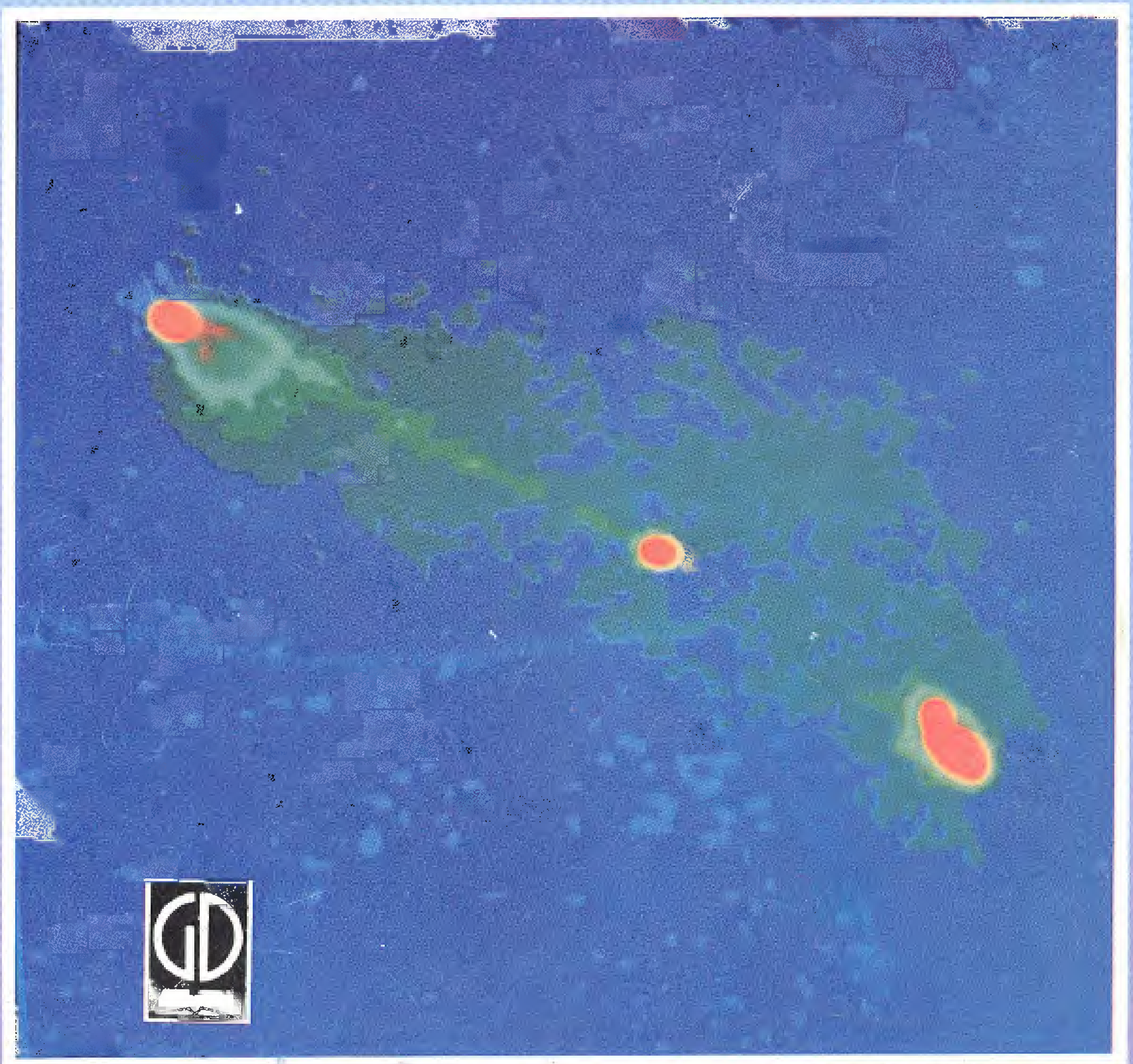
NGUYỄN QUANG RIỆU

VŨ TRỤ

PHÒNG THÍ NGHIỆM THIÊN NHIÊN VĨ ĐẠI



NGUYỄN QUANG RIỆU

VŨ TRỤ

Phòng thí nghiệm thiên nhiên vĩ đại

Kính tặng
Ng Q Riệu
20/11/2010



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC - 1995

Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc TRẦN TRÂM PHƯƠNG
Tổng biên tập NGUYỄN KHẮC PHI

Tác giả :
NGUYỄN QUANG RIỆU

Biên tập nội dung :
PHẠM HỒNG TUẤT

Biên tập kĩ thuật :
BÙI CHÍ HIẾU

Sửa bản in :
HOÀNG THỊ DIỄM

Sắp chữ :
TRUNG TÂM VI TÍNH (NXB GIÁO DỤC)

LỜI GIỚI THIỆU

Tháng 10 năm 1995 vào ngày 24 tại nước ta sẽ có nhật thực toàn phần ở khu vực miền Nam Việt Nam trên dải đất từ Phan Thiết tới Lộc Ninh có bề rộng chừng 78km. Đây là một hiện tượng kì thú làm cho mọi người cả ở Việt Nam và trên thế giới hết sức chú ý. Một Hội nghị Thiên văn thế giới sẽ được tổ chức tại Việt Nam trong dịp này và giáo sư tiến sĩ Nguyễn Quang Riệu, nhà Vật lí thiên văn có tên tuổi người Việt Nam, sẽ cùng đứng ra tổ chức.

Cuốn sách do giáo sư biên soạn được Nhà xuất bản Giáo dục in và phát hành vào dịp này là rất có ý nghĩa. Trong cuốn sách, một mặt, giáo sư muốn giới thiệu những nội dung khái quát rất lí thú về "Vũ trụ – phòng thí nghiệm thiên nhiên vĩ đại" cho bạn đọc ở trình độ học vấn phổ thông, song lại chứa đựng những thành tựu khoa học cao nhất đã đạt được cho đến nay. Mặt khác cuốn sách đã giới thiệu cho bạn đọc ngành Vật lí thiên văn, trong đó có ngành Vật lí thiên văn của nước ta và giới thiệu về Nhật thực toàn phần tại bầu trời Việt Nam năm 1995.

Giáo sư tiến sĩ Nguyễn Quang Riệu là giám đốc nghiên cứu của Đài thiên văn Paris, một trong những chuyên gia đầu đàn của thế giới về bức xạ made, một ngành khoa học mũi nhọn của thế giới đương đại. Giáo sư cũng đã từng được nhận giải thưởng của Viện hàn lâm khoa học Pháp từ năm 1973 về công trình khoa học của Ông và về việc nghiên cứu vụ nổ Xichnuyt X_3 (Cyqnus X_3) trong chùm sao Thiên nga cách Trái đất ta 30000 năm ánh sáng. Ông cũng là người đã phát hiện ra nhiều phân tử hữu cơ có trong vũ trụ và ông đã đạt được chức danh khoa học cao nhất của Pháp – Giám đốc nghiên cứu cấp I. Với tấm lòng tha thiết phục vụ đất nước Giáo sư cho xuất bản cuốn sách lí thú này lần đầu tiên bằng tiếng Việt, tại Việt Nam.

Ngày nay Thiên văn học không còn là một vấn đề xa xôi đối với con người mà đã trở nên gần gũi bởi những thành tựu của nó đang trả lời những câu hỏi bức xúc hàng ngày và những áp dụng của nó mang lại hiệu quả thiết thực cho đời sống như trong khí tượng, thủy văn, địa chất, định vị trên mặt đất, kĩ thuật sóng vô tuyến v.v...

Những câu hỏi từ xa xưa như vũ trụ từ đâu sinh ra, cấu tạo như thế nào, tiến hóa ra sao, có sự sống và nền văn minh ngoài Trái đất không, tương lai của vũ trụ và ảnh hưởng đến Trái đất ra sao, đang dần dần được thiên văn học ngày nay nghiên cứu trả lời. Trong những năm gần đây kết hợp với thành tựu của vật lí hạt cơ bản, vật lí thiên văn đã đạt được một bước tiến quan trọng trong việc nghiên cứu nguồn gốc và sự tiến hóa của vũ trụ, xác nhận "Big bang" và thuyết vũ trụ giãn nở cũng như phát hiện nhiều đối tượng vũ trụ mới (các sao mới và sao siêu mới, sao nơtrôn, sao lùn, quada, punxa, lỗ đen, các phân tử phức tạp trong dải Ngân hà...). Các nhà khoa học ngày nay xem vũ trụ là phòng thí nghiệm thiên

nhiên vĩ đại và lí tưởng. Tại đây có nhiều điều kiện về hóa lí để thực hiện đượ[c] những nghiên cứu mà trên Trái đất không thể thực hiện được, cũng như có th[ể] kiểm chứng các kết quả nghiên cứu thực hiện được trên Trái đất (với những hạ[t] cơ bản năng lượng cao không thể thực hiện trên mặt đất, punxa – một đồng h[ồ] thiên nhiên cực kì chính xác...)

Hành trang của con người vào thế kỉ 21 không thể thiếu những kiến thứ[c] thiên văn học hiện đại. Vì vậy chúng ta, nhất là các em học sinh, sinh viên khôn[g] thể không tìm hiểu về thiên văn học. Cuốn sách này như một dạng khai tâm trìn[h] bày dưới dạng một ngôn ngữ phổ thông dễ hiểu cho tất cả mọi người đối với hầ[u] hết các thành tựu cao nhất, mới nhất của ngành vật lí thiên văn mà chúng tôi xi[n] trân trọng giới thiệu với bạn đọc(*)

Hà Nội, ngày 2 tháng 11 năm 1994
Giáo sư **Lương Ngọc Toản**

(*) GS Lương Ngọc Toản, Phó chủ nhiệm Ủy ban văn hóa giáo dục thanh niên, thiếu niên và nhi đ[ồng] của Quốc hội khóa IX.

Lời nói đầu của tác giả

Bầu trời ban đêm với dải Ngân hà mờ ảo, những vì sao lóng lánh và Mặt trăng sáng tỏ đã là nguồn cảm hứng của các thi sĩ đời xưa. Thời nhà Đường đã có những câu thơ vịnh nguyệt, ngắm trăng nhớ người cũ :

Độc thướng giang lâu tứ tiễu nhiên
Nguyệt quang như thủy, thủy như thiên.
Đồng lai ngoạn nguyệt nhân hà tại,
Phong cảnh y hi tự khứ niên.

(Bài "*Giang lâu thư hoài*" của nhà thi sĩ
Triệu Hỗ khoảng 810 – 856 đời Vãn Đường, thế kỉ thứ 9)

Giang lâu thơ thẩn một mình,
Long lanh trăng nước, mông mênh nước trời.
Người cùng thưởng nguyệt đâu rồi,
Phong quang phảng phất như hồi năm xưa.

(Trần Trọng Kim dịch)

Trong nhiều thế kỉ, Vũ trụ mênh mông bí ẩn với sự hiện diện đột ngột của những sao chổi hay sao siêu mới trên bầu trời đã gây ra những ấn tượng có tính cách siêu hình. Thuật chiêm tinh căn cứ vào sự thay đổi vị trí các hành tinh trên cung hoàng đạo được dùng để đoán số phận tương lai của cá nhân. Nền văn minh phương Đông đã có một truyền thống thiên văn lâu đời. Những mô hình Vũ trụ đã được đề xuất vào những thế kỉ đầu tiên sau công nguyên. Vòm trời được coi như một cái vung, Mặt trời như một ngọn đèn di chuyển trên trời và ở dưới có Trái đất nổi lềnh bềnh trên mặt nước. Tuy quan niệm Vũ trụ này có tính chất ngây thơ, nhưng chứng tỏ là nhân loại lúc nào cũng để ý tìm hiểu Vũ trụ.

Bắt đầu từ thế kỉ thứ 18, dựa trên toán học và định luật của lực hấp dẫn, các nhà làm thiên văn đã tìm hiểu được sự chuyển động của các hành tinh trong Hệ mặt trời, nền móng của ngành thiên văn cơ bản dùng để tiên đoán những hiện tượng như nhật thực, nguyệt thực và thủy triều. Thế kỉ thứ 20 đã mở một kỉ nguyên mới cho sự chinh phục Vũ trụ. Cũng nhờ những nguyên tắc toán lí đó và sự tính toán chính xác quỹ đạo của những tàu vũ trụ bằng những máy tính điện tử lớn cùng với kĩ thuật hiện đại phóng tàu, mà vết chân của loài người đã được in trên Mặt trăng. Những tàu vũ trụ tự động đã được phóng để thăm dò những hành tinh trong Hệ mặt trời. Một viễn kính đã được phóng ra ngoài khí quyển Trái đất do một chuyến bay của "con thoi vũ trụ" để quan sát những thiên thể xa xăm. Với sự tiến triển nhanh chóng của kĩ thuật, như việc lắp đặt những trạm quan sát ngoài Trái đất, thế kỉ thứ 21 sẽ mang lại những kết quả quan trọng cho ngành vật lí thiên văn.

Muốn thám hiểm Vũ trụ, ta hãy tưởng tượng trong chốc lát là ta có khả năng bay nhanh như ánh sáng, với tốc độ 300 nghìn kilômet một giây. Chỉ hơn một giây sau khi rời Trái đất, ta đã tới Mặt trăng. Năm tiếng đồng hồ sau ta tới hành tinh xa nhất trong Hệ mặt trời, hành tinh Diêm Vương. Phải đợi 4 năm sau ta mới đi qua ngôi sao gần Trái đất nhất và 75 nghìn năm sau ta mới đi xuyên qua hết dải Ngân hà. Tới trạm sau là thiên hà Tiên Nữ, một trong những thiên hà gần nhất có những cánh tay xoắn ốc như thiên hà chúng ta (dải Ngân hà), phải mất khoảng hơn 2 triệu năm. Từ đó tới những thiên hà xa xăm, ta phải đi mất hơn một chục tỉ năm nữa ! Cuộc hành trình viễn tưởng này cho ta một ý niệm về sự mênh mông của Vũ trụ.

Vũ trụ là một phòng thí nghiệm thiên nhiên vĩ đại trong đó có rất nhiều sự kiện kể cả những sự kiện bất thường không thực hiện được trong những phòng thí nghiệm trên Trái đất. Về cơ bản những định luật lí hóa mà ta biết hiện nay có thể áp dụng để giải thích một phần lớn những hiện tượng quan sát trong Vũ trụ. Những thiên thể như lỗ đen được coi là có trong Vũ trụ, tuy không phát hiện được trực tiếp. Chúng có khả năng thu hút tất cả mọi vật to nhỏ, kể cả những hạt ánh sáng, bén mảng đến chung quanh. Đó là những thiên thể tiên đoán bởi "thuyết tương đối" của nhà bác học Anhxtanh. Dựa trên lí thuyết của ngành Vật lí các hạt cơ bản và kết quả thực nghiệm trong những máy gia tốc, các nhà Vật lí thiên văn đã đi ngược thời gian để tìm hiểu những giai đoạn tiến triển của Vụ nổ lớn, tạo ra Vũ trụ cách đây khoảng 15 tỉ năm. Thoạt đầu, các nhà Vật lí thiên văn chống thuyết này đã gọi một cách hài hước Vụ nổ lớn là Bích Băng ("Big Bang", Vụ "Nổ Bùm Vĩ Đại"). Từ đó từ ngữ nôm na này được dùng thường xuyên và trở thành chính thức. Vũ trụ nguyên thủy chỉ nhỏ như đầu kim nhưng mật độ và nhiệt độ cực lớn. Trong giây đồng hồ đầu tiên sau khi được tạo ra, Vũ trụ là một máy gia tốc chứa toàn hạt cơ bản. Suốt trong 500 nghìn năm, Vũ trụ chỉ như một đám sương mù dày đặc. Sau khi giãn nở nên loãng và nguội dần, Vũ trụ mới phát xạ. Một tỉ năm sau, các thiên hà và sao mới bắt đầu hình thành. Hiện nay, kích thước của Vũ trụ lớn đến mức mà ánh sáng, với tốc độ 300 nghìn kilômet một giây, cũng phải mất hơn mười tỉ năm mới đi qua hết Vũ trụ. Số phận của Vũ trụ sẽ ra sao cứ giãn nở mãi mãi trong hàng tỉ năm nữa và vật chất sẽ loãng dần hay sẽ co lại để một ngày kia lại nổ như ở thời nguyên thủy ? Đó là câu hỏi chưa có trả lời mặc dầu các nhà khoa học đang nỗ lực tìm kiếm những bằng chứng để nhận định giữa hai giả thuyết.

Mặt trời, ngôi sao gần ta nhất cũng là một lò phản ứng tổng hợp hạt nhân phát ra năng lượng trong hàng tỉ năm để duy trì những điều kiện lí hóa thích hợp cho sự sống của sinh vật. Đời sống của những ngôi sao không vô tận. Một ngôi sao như Mặt trời sống được một chục tỉ năm. Sau khi tiêu thụ hết nhiên liệu hạt nhân sao phun vật chất ra ngoài và biến dần. Những vật chất trong môi trường giữa các sao lại được dùng để tạo thành những ngôi sao thế hệ sau và những hành tinh. T bào của sinh vật trên Trái đất chứa những vật chất trong khí quyển của sao. Chúng ta cũng là con cháu xa gần của các thiên thể ! Tuy nhiên sự tìm kiếm các nề văn minh ngoài Trái đất vẫn chưa đạt được kết quả.

Ngành Vật lí thiên văn hiện đại tuy chủ yếu là nghiên cứu những hiện tượng trong Vũ trụ, nhưng cũng có ảnh hưởng đến ngành hóa học, sinh vật học, địa chất học và những ngành khoa học kĩ thuật trên Trái đất. Sự phát hiện những phân t

trong dải Ngân hà, đặc biệt là những phân tử hữu cơ có những chuỗi cacbon dài, thành phần cơ bản của chất đạm (protein) trong tế bào, chứng tỏ rằng Vũ trụ là một phòng thí nghiệm hóa sinh. Dùng những kính vô tuyến viễn vọng đặt khắp năm châu để thu những nguồn xạ vô tuyến ở những hướng nhất định trên bầu trời, các nhà khoa học đã phát hiện được rằng các thềm lục địa xê xích trên nhau với tốc độ khoảng 5 xentimet một năm. Kết quả quan sát này rất hữu ích trong công việc tiên đoán những vụ động đất. Những thiết bị dùng để thu tín hiệu của những thiên thể và để xử lí số liệu đòi hỏi kĩ thuật điện tử hiện đại nhất.

Mỗi khi mở mái vòm của trạm quan sát để sử dụng viễn kính, nhà làm thiên văn ngước mắt ngắm bầu trời ban đêm và không khỏi bàng hoàng trước cảnh nguy nga phi thường của Vũ trụ. Tinh vân hiện ra trong viễn kính với những mầu sắc tế nhị huy hoàng. Hiện nay, các nhà thiên văn sử dụng những viễn kính hoạt động trong vùng khả kiến ngày càng lớn, có đường kính từ 3 tới 8 met với những thiết bị hiện đại. Những vô tuyến viễn kính có đường kính lớn hàng chục tới hàng trăm met thu tín hiệu của các thiên thể trên những bước sóng vô tuyến. Nhà làm thiên văn ngồi trong phòng quan sát ấm áp trước những bảng điều khiển điện tử. Để tiện việc phân tích số liệu, hình ảnh tinh vân được chuyển sang thành những con số ghi trong máy tính điện tử và hiện trên màn hình. Các nhà thiên văn có thể theo dõi và điều khiển tiến trình của buổi quan sát trên màn hình mà không cần trực tiếp ngắm tinh vân trong ống viễn kính. Tuy không phải xông pha dưới mái vòm những đêm đông lạnh giá, nhưng họ không còn được thưởng thức vẻ đẹp thơ mộng của Vũ trụ trực tiếp qua viễn kính. Đó là giá họ phải trả cho việc sử dụng tiến bộ kĩ thuật quan sát hiện đại.

Trong những thập niên cuối cùng của thế kỉ 20, ngành Vật lí thiên văn đã có một quá trình tiến triển rất nhanh nhờ tiến bộ kĩ thuật làm được những viễn kính và vô tuyến viễn kính ngày càng lớn. Thế kỉ thứ 21 sẽ là một kỉ nguyên dựng những trạm vũ trụ để lắp ráp và bảo quản những thiết bị quan sát. Những trạm này cũng là các bệ phóng những vệ tinh mang theo những viễn kính hoạt động ngoài khí quyển Trái đất để tăng cường khả năng quan sát của kính.

Quyển sách này gồm những tài liệu mà tác giả đã dùng để giảng dạy và phổ biến ngành Vật lí thiên văn qua những thành tựu thiên văn mới nhất. Truyền bá những kiến thức về chủ đề đã từng nghiên cứu lâu năm là một nhiệm vụ quan trọng của những nhà khoa học. Dựa trên những lí luận khoa học và những hình ảnh để minh họa, tác giả giải thích một cách tương đối đơn giản các hiện tượng quan sát thấy trong Vũ trụ. Trong nhiều trường hợp, độc giả có thể đọc và hiểu từng mục mà không cần phải dựa vào những mục khác. Sách không nhằm những độc giả chuyên ngành thiên văn. Mục tiêu là tất cả các độc giả nói chung đều có thể nắm được những khái niệm cơ bản của ngành Vật lí thiên văn hiện đại. Nước ta đã có một truyền thống thiên văn và đã có đóng góp vào công trình quan sát các hiện tượng trên bầu trời. Phát triển những ngành vật lí cơ bản như ngành Vật lí thiên văn tại Việt Nam có khả năng mang lại những thành quả tốt đẹp cho nhiều lĩnh vực khoa học và kĩ thuật.

Nguyện vọng của tác giả là phổ biến ngành Vật lí thiên văn và chia sẻ phần nào với độc giả những cảm xúc trước vẻ đẹp của Thiên nhiên. Đồng thời khuyến khích đào tạo một đội ngũ cán bộ khoa học để tham gia cụ thể vào công trình

chinh phục Vũ trụ cùng cộng đồng các nhà thiên văn trên thế giới. Đó là những điều mong ước chân thành của tác giả.

Paris ngày 12 tháng 8 năm 1994

NGUYỄN QUANG RIỆU
Giám đốc nghiên cứu
tại Đài Thiên văn Paris

Lời cảm ơn

Tác giả trân trọng bày tỏ lòng biết ơn Giáo sư Hoàng Xuân Hãn đã vui lòng đọc bản thảo và đã có một số đề nghị để cuốn sách được hoàn hảo hơn. Vốn là một nhà khoa học trứ danh giáo sư đã lập một hệ thống danh từ khoa học để phổ biến những vấn đề khoa học, đặc biệt là thiên văn học tại Việt Nam. Giáo sư Hoàng Xuân Hãn còn là một chuyên gia về chữ nôm và đã từng viết những tác phẩm khảo cứu sử học.

Tác giả cảm ơn bà F. Gadea đã đảm nhiệm vẽ một số hình minh họa trong sách bằng máy tính điện tử.

Lời bạt giới-thiệu sách

VŨ - TRỤ

Phòng Thí-nghiệm Thiên-nhiên vĩ-đại

Tác giả : Nguyễn Quang Riệu

HOÀNG XUÂN-HÃN

Theo những chứng vết của loài người để lại bằng văn-tự hay bằng điêu-khắc, ta thấy rằng đã khá sớm, con người đã ngửng mặt trông lên vũ-trụ chung-quanh, có lẽ với cảnh-giới hoặc với hi-vọng tìm cách hộ-thân. Người đã sớm hiểu rằng Mặt trời cho sáng và ấm, Mặt trăng cho sáng ban đêm, mây cho nước uống. Dần dần nhận thấy vũ-trụ di-chuyển tuần-hoàn, trước thì cho toàn-thể, sau thì riêng biệt cho Mặt trời, Mặt trăng, rồi đến hành-tinh. Đạt được thế là nhờ quan-sát và đo-đạc. Những sự ấy dẫn đến tạo ra các lịch : lịch tuần trăng, lịch thời-tiết, lịch âm-dương. Tuy những thành-quả ấy tỏ rằng trí-tuệ nhân-loại đã đạt mức cao về những khoa trừu-tượng : đạc-học và toán-học, nhưng Người vẫn coi Vũ-trụ là đối-tượng hoàn-toàn, không phương-sách liên-quan, ngoài sự tôn Vũ-trụ là thế-giới Thiên-Thần và chỉ có cách cầu-khẩn mới mong thay đổi biến-cố trong vũ-trụ. Thậm chí đã đưa đến ý-thức rằng mỗi "ngôi" sáng trên trời là một thiên-thần và thần ấy lại là một nhân-vật trên đất. Kết-quả là thần-hóa những kẻ mình sợ hay trọng trên đời, rồi tin tiền-định, tin các "phép" đoán số-mệnh, và nghĩ rằng mỗi cạnh khía số-mệnh đều có những "sao" (tuy rằng nhân-tạo) chi-phối.

Phải đợi đến khi khoa-học đẩy lùi ít nhiều thần-thoại, thì Copernic mới dám khẳng-định rằng Mặt trời và các hành-tinh họp thành một hệ riêng, với Mặt trời ở giữa, các hành-tinh chuyển-vận chung-quanh, và Trái đất cũng tự quay mình nữa (trước 1540, đầu đời Mạc). Nhờ hình-học phát-triển và đo-đạc chính-xác mà Kepler biết thêm rằng quĩ-đạo các hành-tinh không phải những hình tròn (đầu thế- kỉ 17, hai nhà chúa Trịnh Nguyễn bắt đầu phân-tranh). Nhờ quang học phát triển, Galilée tạo ra kính viễn-vọng, khiến thấy những vệ-tinh của những hành-tinh khác và làm thêm tin-tưởng mối liên-quan giữa Vũ-trụ và Trái đất. Sau cùng, vào cuối thế- kỉ 17 (Trịnh Nguyễn đình chiến), Newton nghĩ ra thuyết *"vật-chất tương hấp"* mới hiểu và tính-toán được sự di-chuyển trong Hệ Mặt trời. Từ bấy-giờ, có thể coi rằng ngành *Thiên-văn Cơ-học* đã hoàn-bị. Bây-giờ điều-khiển những vệ-tinh nhân-tạo len-lỏi đi thăm dò các hành-tinh đã có thể làm, chính cũng nhờ *Thiên-văn Cơ-học.*

Tự-nhiên rằng trong sách này, tác-giả Nguyễn Quang-Riệu, trong những tiết đầu sách, đã tường-trình dồi-dào những điểm tôi đã tóm tắt lại trên, để các độc-giả

nhớ rằng hai chữ Thiên-văn còn gồm những phần rất rộng lớn ngoài phần "*Thiên-văn Cơ-học*". Thiên-văn cổ Đông-phương đã ngừng lại trước thời- kì Thiên-văn Cơ-học ; và đến thời cận-đại vẫn coi những sự-kiện xẩy ra ngoài tác-động loài người là bởi ý muốn của Trời, Thần hay Ma Quỉ ; vẫn coi sự đất chuyển, mây lạ, "vòi rồng", mưa đá, nhật-thực, nguyệt-thực, sao chổi, sao băng đều là biến-cố vũ-trụ không khác gì *sao mới, khách-tinh* trong các sách xưa ; coi đó là bởi tự Trời muốn báo hiệu cho người hay cảnh-cáo. Cũng nhờ lòng tin-tưởng ấy mà các triều-đại Á-đông đã đặt ra những chức "**Thiên-quan**" chuyên quan-sát vòm trời, suốt ngày đêm, và ghi lại những gì lạ. Các sử, nhất là tại Trung-Quốc (có tổ-chức bảo-toàn văn-tự ghi chép) giữ lại đến ngày nay vô-số những sự-kiện thiên-văn chính-xác đời xưa, mà khoa-học ngày nay chứng thực được, hay là khai-thác tốt.

Nhờ *quang-học*, một bước tiến-bộ lạ-thường đã được vượt từ giữa thế- kỉ 19. Tuy từ Newton, người ta đã biết phân-tích ánh-sáng trắng ra vô-số ánh-sáng màu, nhưng bấy-giờ mới hay rằng một nguyên-tử, đơn-chất hơi, và nung nóng thì phát ra một hệ ánh-sáng, gọi là **quang-phổ** (hay **phả**) gồm một hay nhiều *vạch màu* song-song, đặc-thù cho đơn-chất ấy. Vậy khi thấy một quang-phổ như vậy, thì có thể biết rằng nó có tự nguyên-tử đơn-chất nào ra. Nghĩa là ta sẽ đoán được chất ở rất xa xăm trong vũ trụ. Nếu nguyên-tử đơn-chất nguội quá, nhưng lại ở trước một nguồn đặc hay lỏng rất nóng, thì đè trên quang-phổ *liên-tục có màu* của chất đặc hay lỏng kia, ta lại thấy quang-phổ của nguyên-tử đơn-chất này trước có màu nay *hóa ra đen*. Đối với các phân-chất, gồm nhiều nguyên-tử, biến-cố ấy cũng xẩy ra như thế. Một thí-dụ độc-đáo là, nhờ quang-phổ Mặt trời mà đơn chất Hêli (He) đã được biết có trong hoàn-quyển Mặt trời (1868), trước khi thấy trên mặt đất.

Một mặt khác, *Cơ-học Lượng-tử* ngày nay cho biết rằng một nguyên-tử thu hay mất một **năng lượng** cũng phát ra một *luồng sóng điện-từ* riêng biệt, có *bước sóng* đặc-thù. Nếu bước sóng ấy ở trong khoảng 0,4 và 0,8μ (phần nghìn mi-li-met) thì luồng sóng là *ánh-sáng màu*, từ tím sang đỏ (*xạ khả-kiến*). Nếu bước sóng thấp hơn 0,4μ thì sóng không thấy nữa và xuống dần tới *xạ Gamma, xạ X*. Nếu bước sóng quá 0,8μ thì cũng không thấy nữa, và đã lên *xạ Nhiệt, các xạ Vũ-trụ, xạ Truyền-hình, xạ Truyền-thanh*, vân-vân. Suy đó thì biết rằng nếu Thiên-văn chỉ dùng quan-sát bằng mắt và kính viễn-vọng, thì đã không biết đến rất nhiều sự, vật trong vũ-trụ. Những đơn-chất và hợp-chất trong vũ-trụ có ít-nhiều nhiệt-độ đều phát sóng điện-từ, vậy có-thể phát-hiện bởi người quan-sát, nếu ta có *cơ-cấu thu-ba* khác những kính viễn-vọng. Vậy nên trong thế-giới ngày nay, người khoa-học đã dựng biết bao-nhiêu *angten* thu sóng điện-từ ngoài ánh-sáng. Biết thu sóng cũng chưa đủ. Phải biết khử-nhiễu, biết khuếch-đại, biết điều-chỉnh máy, biết khai-thác các tín-kiện thu-thập được bằng những phép tính khổng-lồ. Lí-thuyết *Điện-tử-học* và áp-dụng, nếu chưa tiến-triển như nay, thì *Thiên-văn-học* chắc không đạt được thành-quả đã có. Đó là chưa kể đến những phát-minh khác về quang-học đo *độ Chói* của thiên-thể mà tính được vật ấy gần hay xa ; đo mức *biến-đ[ổi]* *quang-phổ* của một thiên-thể mà tính được vật ấy tiến hay lui, mau hay chậm. Đó là chưa kể đến toán-pháp đặc-thù, như thuyết *tương-đối Einstein*, cho năng-lượng phản-ứng và tốc-độ chuyển-vần trong những thế-giới vô-tận tí-hon của những hạt nhân, hoặc vô-cùng rộng lớn của vũ-trụ. Đó là chưa kể những thuyết vừ[a]

khoa-học, vừa triết-học, đã đề ra để đoán sự khai-đoan và sự chung-tận của vũ trụ : thuyết nổ-bùng "*bic-băng*", hay thuyết "*rắn cắn đuôi*".

Tất cả những ý trên đều đã được tác giả Nguyễn Quang-Riệu đề-cập và giải-bày tỏ-tường trong sách này, từ tiết 5 đến tiết 31. Tác-giả vốn là một nhà thiên-văn chuyên "săn" những chất *hữu-cơ* trong vũ-trụ. Càng săn càng bắt được, càng thấy vũ-trụ thật không những bao-la, mà lại đựng nhiều vật lạ không ngờ. Cho nên tác-giả đã nhận thấy đúng rằng :

"VŨ-TRỤ LÀ PHÒNG THÍ-NGHIỆM THIÊN-NHIÊN VĨ-ĐẠI"

Thấy trong vũ-trụ có đủ những chất, đơn hoặc hợp, yếu-tố cho các chất hữu-cơ trên Trái đất, như H, C, O, N, S, CO, OH vân-vân, các nhà thiên-văn lí hóa đã tự hỏi đến liên-quan giữa vũ-trụ và *sinh-vật* trên Trái đất. Từ tiết 32, tác-giả đã đề-cập đến những vấn-đề hiện nay nan-giải : gốc-tích sinh-vật trên Trái đất, có sinh-vật trong vũ-trụ không ? nếu có văn-minh ngoài Trái đất thì có thể phát-hiện hoặc tìm cách thông-tin và liên-lạc chăng ? Lại đến sự Trái đất có thể bị những thiên-thể nặng-nề va chạm và xem có cách bảo-vệ chăng ? Những vấn-đề du-hành sang những hành-tinh gần-gũi, những vấn-đề thiết-thực phóng vệ-tinh quan-sát, đo-đạc, thông-tin, truyền-thanh, truyền-hình đã không bị bỏ quên.

Mà quên sao được nước ta. Dân ta, cũng đủ thông-minh để đạt và phát những kiến-thức về vũ-trụ, nhưng còn nghèo của. Liên-quan trí-não đã giúp cho một số ít Đồng-chủng được dự vào công-nghiệp thiên-văn, như trường-hợp tác-giả. Lẽ nào lại hờ-hững với Thiên-văn-học tương-lai của nước nhà ! Cuối cùng, tác-giả đã nghĩ đến một sự thực-tế sẽ xẩy ra tại nước ta : Nhật-thực hoàn-toàn ngày 24 tháng 10 năm 1995 sẽ có cơ-hội hiếm được thấy trên lục-địa ta, từ vùng Phan-Thiết đến vùng Lộc-ninh. Đó là lúc, trong bóng tối, vậy không bị lóa mắt, có thể quan sát không những thượng-quyển của Mặt trời, mà còn vùng vũ-trụ sau Mặt trời, để **Thí Nghiệm** *thuyết tương-đối Einstein* bảo rằng một khối-lượng khổng-lồ như Mặt trời có thể bẻ cong những tia sóng điện-từ, kể cả ánh sáng, khi tia ấy bén-mảng đến gần (xem tiết 8 và hình 10).

Giá-trị minh-giải và phổ-biến của sách này được tăng nhiều nhờ hơn năm mươi bức vẽ minh-họa : nếu là vẽ thì vẽ rất rõ-ràng, nếu là ảnh thì ảnh rất mới, rất cập-thời, lấy tự gốc, nơi tác-giả đang hành nghiệp. Nói đùa về tên tác-giả : RIỆU không phải là *rượu* để uống say-sưa trong khi ngắm trăng sao. Đó là biến âm của từ DIỆU. Là một chữ Hán (thuộc bộ Nhật). *Thất diệu* trỏ Mặt trời, Mặt trăng và năm hành-tinh biết từ xưa : Thủy, Hỏa, Mộc, Kim, Thổ. Đó là phần chính vũ-trụ xưa. Nhưng lại có chữ Diệu khác, mang chữ Quang là sáng thay chữ Nhật. *Quang-Diệu* là ánh-sáng chiếu dọi. Cái tên ấy thật là "*tiền-định*" cho kẻ chiêm-tinh ! Hay là tác-giả cũng đồng ý cùng Nguyễn Công-Trứ ngày xưa, cho rằng

"*Vũ-trụ nội giai ngô phận sự*"
(Việc trong vũ trụ đều là phần việc ta)

rồi đem kiến-thức mình chia sẻ với đồng-bào. Người Á-đông xưa, tuy không biết gì về các thiên-thể, nhưng ý-thức "vũ-trụ vô-cùng" có từ lâu. Nhà thơ Vương Bột đời Đường còn để lại một chứng cứ rực-rỡ. Năm 27 tuổi (676), trên đường sang

Giao-chỉ thăm cha, bực danh-sĩ này dừng lại tại Nam-xương, dự cuộc thi thơ đặt bởi quan Đô-đốc trên lầu Đằng-vương-các. Các này cao, đẹp, bên bờ Tây-hồ ở Hàng-châu, cạnh dòng sông Dương-tử. Tuy tọa-lạc trong một khung cảnh mông-lung, nhưng nhân-vật đã kém xưa, vì xưa đây là chỗ ở của Đằng-vương, một hoàng-tử. Nam-xương là nơi văn-vật. Hàng trăm tài-tử vây quanh chàng thanh niên Vương Bột khi chàng cầm bút thảo thơ mình. Trước bài thơ luật, chàng làm bài tựa để giải hết ý mình. Khi chàng viết xong câu :

"Thiên cao địa quính, kiến vũ trụ chi vô cùng ;
Hứng tận bi lai, thức doanh hư chi hữu số."

(Trời cao đất rộng, thấy **vũ-trụ** thật không cùng. Thịnh hết buồn sang, biết đầy vơi đành có số) thì các văn-sĩ chung-quanh đều lè lưỡi cúi đầu, và không ai dám làm thơ thi nữa.

Thôi ! Hãy tiến với thời-gian ! Chấp nhận thuyết *bic-băng*. Thế thì vũ-trụ đã sinh ra chừng 15 tỉ năm trước. Trái đất, như thấy bây-giờ, mới có chừng hơn 4 tỉ năm. Những chất "nhẹ", mà nay còn thấy trong vũ-trụ, đã kết thành **sinh-vật** trên Trái đất chỉ độ mấy chục triệu năm. Rồi một loài Hầu trở nên có hình-thù rồi linh-tính loài người ; sự ấy cũng còn rất "mới", chừng hơn 4 triệu năm. Thế mà loài người hơi đoán được những điều-kiện sinh-tồn và tiêu-tán của bản-thân, của Trái đất, của nguồn sinh-dưỡng mình. Như vậy cũng chỉ mới vài ba mươi năm mà thôi. Đây thật là một bài học khiêm-tốn đúng với triết-lí Phật-học.

Đọc sách của tác-giả, tôi hồi tưởng lại lúc còn du-học, lo-toan lập một hệ-thống danh-từ khoa-học để có ngày trình bày ý-thức khoa-học với cả đồng-bang. Rồi đến năm 1942, sáng-lập BÁO KHOA HỌC để người đồng-chí tập biên soạn cho quen những vấn-đề khoa-học. Bấy-giờ tôi rất tin-tưởng sắp có cơ-hội được đọc những tác-phẩm khoa-học bằng tiếng Việt. Năm mươi năm nay, đồng-bào trong nước đã tự-nhiên dùng tiếng mẹ để giao-lưu ý-thức khoa-học. Nay, đến phiên những đồng-bào hải-ngoại soạn thành những tác-phẩm khoa-học cao giá như quyển sách này. Được đọc, tôi rất lấy làm phấn-khởi và xin ngỏ lời tán-thưởng.

Nhân tiện đây, tôi muốn nhắc lại một vài nguyện mà tôi đã từng ngỏ ý để cải-thiện cách viết chữ *quốc-ngữ tân-thời*, mong tăng-cường sự chính-xác và mau-lẹ của thông-tin khái-quát cũng như chuyên-môn bằng Việt-ngữ :

1*/ Thêm gạch nối hoặc viết liền nếu vẫn không thể sái. – Ngữ nào rồi cũng có *âm* và *từ*. Từ có nhiều âm nhưng chỉ trỏ một *khái-niệm* mà thôi ; ví-dụ : ăn-nói, quốc-gia, trôi-chảy, trừu-tượng, thiên-văn, lưu-huỳnh, Ấn-Độ, vân vân. Đã trỏ *một* khái-niệm thì viết với gạch nối hoặc viết dính sẽ tránh cho độc-giả sự phân-tích ngầm trong trí hiểu (dẫu rằng rất chóng nếu thông-minh hay sành-sỏi) để mới khỏi hiểu lầm. Người Trung-quốc và Nhật-bản không có phương tiện dễ-dàng nối các *chữ* để nên *từ*, nhưng khi họ dùng con chữ vần la-tinh để phiên-âm, thì họ không do-dự viết dính nhiều âm thành một từ. Đức-ngữ đặt từ mới bằng cách viết dính các đơn-từ, kết-quả là bỏ bớt được một số giới-từ mà không làm tối nghĩa. Đối với Việt-ngữ, tôi cũng biết rằng "bỏ cũ thay mới" không dễ, nhưng tôi tin rằng sự cải-cách tôi đang đề-xướng, sẽ có ảnh-hưởng bất-ngờ về nhiều mặt : kĩ-thuật, khoa-học, ngoại-giao và lưu-thông quốc-tế. Tuy viết dính có trường-hợp bất kì như HÀNAM có thể đọc ra Hà-nam hoặc Hàn-am, nhưng khi gặp những trường-hợp như vậy, thì dùng gạch nối mà phân-biệt.

Muốn tránh xung-kích lòng "cảm-cựu" của độc-giả, tôi đã dùng lối trung-gian *gạch nối* trong bài.

2*/ Thêm nguyên-âm Ư, tiền-âm-tố F và P, hậu-âm-tố L và R. – Để phiên âm những ngoại-ngữ cho chính-xác, ta nên thêm vào vần quốc-ngữ vài điểm như kể trên. Chữ Ư đọc như U, nhưng nhọn môi như để huýt ; mục-đích để phiên-âm vần ấy có ở Pháp-ngữ, Hoa-ngữ, vân vân. Nhiều ngoại-ngữ dùng âm-tố F. Ta nên có, tuy rằng PH có thể tạm thay. Các giáo sĩ Bồ-đào-nha xưa đã ghi Việt-âm PHẢI với PH, vì nghe người ta vào thế- kỉ 17 còn nói như P mà hút hơi vào. Nhưng sau đó, người nước ta dần dần nói thành F (hơi phì ra cọ-xát với hai môi). Ngày nay, nếu ta dùng F thay PH, thì cũng không sai âm hiện-thời. Nguyễn Ái-"Quấc" trong thời tại-ngoại, đã viết như vậy, đúng với "óc cách-mệnh" đang-thời. Còn tiền-âm-tố P thì đặc-biệt tiếng ta không có. Tiếng ngoài hầu hết có, kể cả tiếng Mường, tiếng Nhật, tiếng Trung. Ta phải có nó để ghi âm. Hai nguyên-tố L và R chắp sau các nguyên-âm A, E, I, O, U, Ư có hậu-quả kéo dài bằng cách cong lưỡi hoặc rung lưỡi. Hậu-âm-tố R còn bỏ được (thay bằng dấu huyền), chứ hậu-âm-tố L thì *cần phải có* ; vì nếu không, thì người nước ta đã quen đổi ra hậu-âm-tố N ; thế mà trong danh-từ hóa-học thì hai chất *Acétol* và *Acétone* là khác loài !

3*/ Hòa-hài-hóa một số vần vô-âm. – Vần quốc-ngữ là bởi các giáo-sĩ Bồ và Ý đã dùng mẫu-tự la-tinh ghi âm Việt để họ học và nói tiếng Việt. Họ đã để vần của tiếng họ chi-phối. Nay ta ngạc-nhiên thấy C, A là CA mà KE phải ghép K với E ; thấy G, A là GA mà GHE lại phải ghép ba con chữ G, H, E ; thấy G, I, A là GIA, mà không cần G, I, I để thành GI, thấy ba chữ CUÂC, QUÂC và QUÔC đều trùng âm đọc. Muốn hài-hòa-hóa vần vô-âm của ta, thì chỉ cần thay một số vần ấy mà thôi : lấy vần **K thay C,** vần G **(đọc gờ) thay** GH, vần J **(đọc giờ) thay** GI, vần Q **(đọc quờ) thay** QU. Như thế cũng đủ giải-quyết vấn-đề cải-tiến vần Quốc-ngữ.

Hai phần đầu ta nên thi-hành gấp, sớm ngày nào hay ngày nấy. Tôi tin rằng giá như những cải-cách ấy đã được áp-dụng từ trước, thì quyển sách khoa-học nhiều giá-trị như quyển

"VŨ-TRỤ PHÒNG THÍ-NGHIỆM THIÊN-NHIÊN VĨ-ĐẠI"

này còn, không biết gấp mấy lần dễ đọc, dễ hiểu hơn là với cảo-thể và ấn-thể hiện-hành. Nhân vậy, tôi thành-tâm ghi lại tấm lòng hi-vọng và tin-tưởng cho tương-lai ngôn-ngữ và trước-tác khoa-học của hậu-bối nước nhà.

Paris Trung-thu năm Giáp Tuất 1994

Hoàng Xuân-Hãn

(ngày 10/10/1994)

VŨ TRỤ

PHÒNG THÍ NGHIỆM THIÊN NHIÊN VĨ ĐẠI

1. Lịch sử thiên văn phương Đông

Từ thời thượng cổ, vòm trời bao la đã được nhân loại trên Trái đất nhỏ bé chiêm ngưỡng. Tuy nhiên Vũ trụ hầu như vẫn giữ nguyên vẹn tính chất bí hiểm. Bởi vì trình độ khoa học chưa được tiến triển đến mức độ để có thể thỏa mãn sự tò mò của con người trong hàng chục thế kỉ. Thiên văn được coi là một ngành ưu tiên ở các nước phương đông vì những sự kiện xẩy ra trên trời có liên quan đến đời sống của dân gian, đặc biệt là khí hậu và mùa màng. Buổi tối mùa hè, ta thường nhìn thấy chòm sao Thần Nông mọc ở hướng đông nam trong đó có một ngôi sao sáng, sao Anpha Ăngtarexơ (Alpha Antares) ở ngay ven dải Ngân hà. Chòm Thần Nông dường như đứng thẳng trên chân trời. Nếu ta nhìn lên vòm trời những buổi tối mùa thu, ta thấy Thần Nông cúi rạp về hướng chân trời tây nam trước khi lặn. Lúc đó là mùa gặt nên dân gian hình dung Thần Nông cúi xuống gặt lúa. Đó là một phương tiện đơn giản, dựa trên sự thay đổi vị trí biểu kiến của các chòm sao, mà các nhà nông ngày xưa dùng để nhận định thời vụ. Sự chuyển động biểu kiến của những ngôi sao là do Trái đất tự quay chung quanh một trục xuyên qua cực bắc gần sao Bắc Đẩu (hình 1). Vòm trời quay được một vòng trong 23 giờ 56 phút 4 giây. Cho nên mỗi ngày 24 tiếng, các sao trên trời dường như chuyển động nhanh hơn gần 4 phút. Ở một thời điểm xác định, mỗi ngày vị trí của sao thay đổi chút ít trên vòm trời. Một chòm sao ta nhìn thấy những buổi tối mùa hạ có thể không hiện trên vòm trời những buổi tối mùa đông vì đã lặn xuống chân trời.

Các học thuyết của Nho giáo, Đạo giáo và Phật giáo về đạo lí con người và sự hài hòa với Vũ trụ có ảnh hưởng tới những lĩnh vực như thiên văn, địa lí và y dược. Chiêm tinh học dựa theo vị trí tinh tú để tiên đoán tương lai đã chiếm một địa vị quan trọng trong ngành thiên văn đời xưa. Bên Trung Quốc, những nhà thiên văn kiêm chiêm tinh học được liên hệ trực tiếp với triều đình và được tiếp đón ngay trong hoàng thành để chăm lo việc tế lễ. Tên và thứ bậc các vì sao trên vòm trời được ấn định theo mô hình thứ bậc trong triều đình. Sao Bắc Đẩu tượng trưng ngai Hoàng Đế và tất cả hệ thống sao quay chung quanh là các quan trong triều.

Quan sát Vũ trụ ngày xưa chủ yếu để phục vụ ngành chiêm tinh bằng cách phát hiện những sự kiện bất thường nhìn thấy bằng mắt trần trên vòm trời. Người Trung Quốc bắt đầu từ khoảng 1500 năm trước công nguyên, vào đời nhà Thương, đã khắc trên những mẩu xương những sự kiện thiên văn như nguyệt thực, nhật thực và sự xuất hiện đột ngột của những ngôi sao mới trên trời (hình 2). Mỗi khi sao chổi hiện trên bầu trời, người ta cho rằng đó là điềm chẳng lành. Người Hi Lạp và A Rập ngày xưa hình dung sao chổi như một mớ tóc hay một lưỡi kiếm lửa bay trên không trung, tượng trưng sự căm giận của Thượng đế, gieo những thiên tai và tang tóc. Năm 1910 khi sao chổi Halê (Halley) trở lại gần Trái đất, dân chúng thành phố San Franxiscô (San Francisco) rất kinh hoàng vì sợ hít phải hơi độc xianua phát hiện thấy trong đuôi sao chổi. Có người dùng mặt nạ để chống

khí độc ! Thật ra dù có chất xianua trong sao chổi, nhưng vì khí rất loãng nên không có ảnh hưởng đến cơ thể. Tất cả những sự hiện diện của sao chổi Halê trên bầu trời với chu kì 76 năm, lần nào cũng được quan sát và ghi chép trong sử Trung Quốc từ 20 thế kỉ nay ! Chu kì 76 năm là do nhà thiên văn học người Anh tên là Halê ở thế kỉ thứ 18 xác định. Sự kiện sao chổi này đã được ghi vào nhiều bức tranh, đặc biệt là tấm thảm ở Baiơ (tỉnh Bayeux tại Pháp) vào năm 1066. Tuy nhiên trong "Thiên luận" (bàn về trời), Tuân Tử (313 - 230, trước công nguyên) đã có những tư tưởng tiến bộ bác bỏ thuyết cho rằng sao chổi xuất hiện thì điều chẳng lành.

Những sự kiện bất thường xẩy ra trên trời được cho là có ảnh hưởng tới những nhân vật và tiền đồ của cả nước và phải được ghi và theo dõi tỉ mỉ. Đó cũng là nhiệm vụ của các nhà sử học đời nhà Chu (1100 tới 481 trước công nguyên). Bắt đầu từ đời Tây Hán (năm 206 trước công nguyên tới năm thứ 9 sau công nguyên) vì công việc của nhà sử học có phần bận bịu, nên nhiệm vụ thiên văn được tách rời ra và giao phó cho các nhà chiêm tinh học. "Sao mới" hiện ra năm 185 (sau công nguyên) đã được coi là điềm xấu báo hiệu sự sụp đổ của triều Đông Hán. Ai chểnh mảng trong công việc tiên đoán nhật thực và nguyệt thực đều có thể bị trừng trị. Để tránh sai lầm, những sự kiện phải quan sát thấy tại hai đài thiên văn mới được chấp nhận. Để xác định vị trí sao, vòm trời được chia thành 3 vòng và 28 "tú" như 28 múi cam. Sự chia vòm trời ra 28 tú có lẽ không phải là ngẫu nhiên mà để thuận tiện cho việc theo dõi vị trí của Mặt trăng. Vì tuần trăng vào khoảng 29 ngày và cứ vào khoảng 27 ngày thì Mặt trăng trở lại vị trí cũ trên trời.

Nhiều sách viết trong đời nhà Chu có thể cho là những triều văn hiến nhất của Trung Quốc ở thời đại thượng cổ, tiếc thay đã bị đốt theo lệnh của Tần Thủy Hoàng vào năm 213 (trước công nguyên). Mục đích của vụ đốt kho tàng văn hóa quý báu này là để thủ tiêu những thành tựu có thể làm lu mờ công trình của đời nhà Tần. Các thi sĩ đời nhà Chu đã đặt những câu hỏi về Vũ trụ. Trong những bài thơ, Trời được gọi là Cửu trùng (chín tầng). Từ thời Chiến Quốc (thế kỉ thứ 5 tới thứ 3 trước công nguyên) tới đời Đông Hán (thế kỉ thứ 3 sau công nguyên) vấn đề Vũ trụ đã được đề cập. Trong "Sử Kí" mục "Thiên Quan" của Tư Mã Thiên, một nhà thiên văn và chiêm tinh đời Tây Hán, năm 90 trước công nguyên, có đề cập đến nhiều vấn đề thiên văn như quỹ đạo của các hành tinh, thiên thạch, nguyệt thực và nhật thực. Hiện tượng "tuế sai của phân điểm" làm điểm xuân phân di chuyển từ từ (1 độ trong 72 năm) trong cung hoàng đạo, ngược chiều chuyển động biểu kiến của Mặt trời, đã được phát hiện từ thế kỉ thứ tư bởi nhà thiên văn Ngu Hỉ và ghi trong cuốn "An Thiên Luận". Điểm xuân phân là mốc của tọa độ trên vòm trời nên hiện tượng tuế sai có ảnh hưởng đến sự xác định vị trí của các thiên thể. Nguyên nhân của sự di chuyển của điểm xuân phân là vì trục quay của Trái đất bị đảo làm Trái đất tự quay lắc lư như một con quay.

Đến đời nhà Tống (960 - 1278), vị trí sao đã được xác định bằng những vòng đo hình cầu gọi là "hồn nghi" và "hồn tượng" (dụng cụ định vị trí và dạng hình thiên thể). Trong bộ Thông Chí Lược (năm 1150) có mục lục của hàng trăm tên sách đề cập những vấn đề như cấu trúc Vũ trụ, sự phân bố bầu trời ra những chòm sao, kĩ thuật đo lường với những dụng cụ thiên văn. Thời gian của ngày, tháng, năm và nói chung là vấn đề làm lịch cũng là một trong những công việc được coi là quan trọng của nhà thiên văn đời xưa. Những lịch đầu tiên làm ở đời nhà Chu

rất thô sơ và chỉ nói tới thời tiết và những tuần trăng. Đến đời nhà Đường, thế kỉ thứ 7, với sự cộng tác của các nhà thiên văn Ấn Độ ngụ tại Trung Quốc, việc làm lịch có phần hoàn hảo hơn. Vào thế kỉ 13 - 15, đời nhà Nguyên và nhà Minh có cả sự cộng tác của các nhà thiên văn A Rập để đo vị trí các sao và lập ra lịch. Từ thế kỉ 16 đời nhà Minh đến thế kỉ 18 đời nhà Thanh, nhờ sự phát triển của ngành toán học do ảnh hưởng của khoa học Tây phương, thiên văn vị trí và hệ thống lập ra lịch lại càng chính xác. Năm 1618, kính viễn vọng làm ở Tây phương lần đầu được mang sang Trung Quốc, và nguyên tắc cùng phương pháp sử dụng kính được trình bầy trong tập "Viễn Kính Thuyết" (1626). Nhật thực ngày 25 tháng 10 năm 1631 đã được quan sát bằng hai kính viễn vọng.

2. Quan niệm phương Đông về Vũ trụ ở thời thượng cổ và trung cổ

Vào cuối thế kỉ thứ 5, trong bộ Thiên Văn Lục có phân biệt ba trường phái về quan niệm cấu trúc Vũ trụ. Đó là thuyết Cái Thiên (Trời có cái nắp đậy), Tuyên Dạ (đêm tối lan tràn khắp nơi, không trung vô tận) và Hồn Thiên (thiên cầu mênh mông bao gồm cả Trái đất). Các nhà hiền triết muốn mở đường "Thiên Lộ" cho Hoàng Đế lên trời nên những lí thuyết này, tuy có mục tiêu khoa học để tìm hiểu Vũ trụ, nhưng vẫn chịu ảnh hưởng của tư tưởng siêu hình và chiêm tinh học.

Lí thuyết Cái Thiên, cổ nhất, hình dung vòm trời như một cái nắp hình bán cầu và Trái đất như một cái bát úp ngược cùng một trung tâm. Phía dưới chân Trái đất không phải hình tròn mà vuông như một bàn cờ, có lẽ là do quan niệm có bốn phương trời (đông, tây, nam, bắc) (hình 3). Mưa từ vòm trời, nơi có sao, rơi xuống bốn góc Trái đất thành bốn bể. Hiện nay ta biết là những hạt nước mưa đọng trên tầng khí quyển Trái đất, chứ không phải từ Vũ trụ rơi xuống. Vòm trời quay lôi theo Mặt trăng cùng Mặt trời. Hai thiên thể này chuyển động từ từ ngược chiều với vòm trời. Trong "Khung (lớn) Thiên Luận" viết ở thế kỉ thứ 3 ví vòm trời như cái màng trứng trong có "nguyên khí" nên không chìm xuống mặt bốn bể. Mặt trời giống một ngọn đèn chuyển động trên vòm trời và chỉ chiếu sáng từng khu vực một. Tam Diệu tức là Mặt trời, Mặt trăng và sao khi ẩn khi hiện thành có đêm ngày. Thật ra thuyết "Cái Thiên" có hai giai đoạn, thời Đông Chu (thế kỉ 5, trước công nguyên) thuyết "thiên viên địa phương" (trời tròn đất vuông) cho Trái đất đứng yên, Mặt trăng, Mặt trời và tinh tú chuyển vận trên bầu trời. Sang đến thời Chiến Quốc thuyết này mới phát triển thành thuyết cho vòm trời hình bán cầu, Trái đất như một cái bát. Từ giai đoạn một cho Trái đất phẳng như bàn cờ đến giai đoạn hai cho Trái đất gồm đường cung tròn là một bước tiến của thuyết "Cái Thiên".

Thuyết Hồn Thiên của Trương Hành (78 - 139) thời Đông Hán, ví vòm trời như một quả trứng gà nhưng hình tròn, ở giữa là lòng đỏ tượng trưng Trái đất. Vòm trời có "khí" ở trong và chân trời có nước, Trái đất nổi trên mặt nước. Trên trời có ba "thần" có lẽ là Mặt trời, Mặt trăng và sao, còn Trái đất có ba "hình" có thể là thổ, thủy và khí. Thần và hình đều có thể quan sát thấy được. Mặt trời như trên một bánh xe quay không ngừng. Khoảng không gian ở ngoài vòm trời không giới hạn (vô cực, vô cùng), được gọi là "Vũ trụ" và coi là bí hiểm. Như vậy, thuyết Hồn Thiên đã hình dung được là ngoài phạm vi Mặt trời, Mặt trăng và sao còn có Vũ trụ rộng mênh mông nhưng chưa thăm dò được.

Thuyết Tuyên Dạ cho rằng vòm trời trống rỗng (vô chất) xa lắc và rộng mênh mông (vô cực). Mặt trời, Mặt trăng và sao là hơi đọng (tích khí) bay trên không trung. Bẩy tinh tú (thất diệu) tức là Mặt trời, Mặt trăng và năm hành tinh trong Hệ mặt trời không dính vào vòm trời nhưng chuyển động tự do, đi đi lại lại. Năm hành tinh này là những hành tinh nhìn thấy được bằng mắt trần, tức là Thủy, Kim, Hỏa, Mộc và Thổ. Sao Bắc Đẩu bao giờ cũng đứng một chỗ (vì nằm gần trục quay của vòm trời). Quan niệm không trung vô tận phải chăng có mối liên hệ với tư tưởng "hư vô" của đạo Lão và "hư không" của đạo Phật. Trời và Trái đất tuy rộng lớn, nhưng chỉ như hột gạo so với hư không trong đó có thể có những Trời và Trái đất khác.

Từ thế kỉ thứ 6, quan niệm hai bán cầu có khí, tượng trưng Trời và Đất của thuyết Hồn Thiên được chấp nhận. Tuy nhiên, đã có câu hỏi được đặt ra là nếu chỉ nhìn thấy nửa quả cầu tức là chỉ nhìn thấy một nửa sự thật. Qua những thế kỉ sau, mô hình Vũ trụ dần dần được cải tiến. Chẳng hạn, sao và hành tinh không dính vào vòm trời, nhưng được một luồng "gió cứng" (cương phong) nâng lên, như khí nén của động cơ phản lực. Trên trời có chín tầng khí có áp lực và tốc độ khác nhau tương tự như cửu trùng. Sự vận hành tuần hoàn của Trái đất và thủy triều đều do lực âm dương quy định.

Mặt trời là Thái Dương (thái là lớn) và các ngôi sao khác là Tiểu Dương (tiểu là nhỏ). Còn Mặt trăng là Thái Âm và các hành tinh khác là Tiểu Âm. Trái đất cũng thuộc về loại âm. Hiện nay ta biết rằng Mặt trăng là vệ tinh của Trái đất. Mặt trời và sao rất nóng và tự phát xạ vì có năng lượng tạo ra bởi những phản ứng nhiệt hạch trong lòng chúng. Trái lại Trái đất, Mặt trăng và các hành tinh vì lạnh nên không tự phát xạ mà chỉ phản xạ ánh sáng Mặt trời chiếu tới chúng. Cho nên xếp Mặt trời và sao vào loại dương còn Trái đất, Mặt trăng và các hành tinh vào loại âm cũng có phần đúng. Chính Mặt trời là một ngôi sao như hàng chục tỉ sao khác trong dải Ngân hà và Mặt trăng là một trong những hành tinh của Hệ mặt trời. Vì Mặt trời và Mặt trăng gần Trái đất nên trông to lớn và được gọi là Thái Dương và Thái Âm.

Quá trình tiến hóa của ngành thiên văn Trung Quốc qua nhiều thời đại đã chịu ảnh hưởng của tư tưởng Nho giáo của Khổng Tử (thế kỉ thứ 6 trước công nguyên), Lão Tử (khoảng thế kỉ thứ 4 trước công nguyên) và Phật giáo. Theo Nho giáo, Vũ trụ lúc đầu mông lung mờ mịt trong một trạng thái gọi là "Thái Cực" và biến hóa ra "âm" và "dương". Hai thực thể âm dương, tuy tương khắc với nhau, nhưng được phối hợp theo phép điều hòa và tương đối, để tạo ra khí chất tức là thủy, hỏa, kim, mộc, thổ (ngũ hành). Đạo sống của con người trong xã hội cũng dựa vào thực thể âm dương trong Vũ trụ. Ta có thể ví thực thể trừu tượng âm dương như hai loại hạt cơ bản trong vật lí hiện đại, hạt và phản hạt có khả năng tự hủy khi chạm nhau. Thuyết Nho giáo tuy có phần duy lí nhưng không đặc biệt lưu tâm đến thiên nhiên. Học thuyết của đạo Lão thì đề cập nhiều tới thiên nhiên, nhưng lại thiếu duy lí. Trang Tử (thế kỉ thứ 4 trước công nguyên) tự hỏi tại sao Trời quay mà Trái đất lại đứng ? Mặt trời và Mặt trăng tại sao thay nhau hiện trên trời ?

Những tư tưởng ở đời thượng cổ về Vũ trụ, tuy có tính chất thần bí và siêu hình, nhưng đôi khi cũng phản ánh những sự kiện tìm thấy bằng những lí luận khoa học hiện đại. Qua những phương tiện quan sát và tính toán, vật lí thiên văn

hiện đại cho rằng Vũ trụ được tạo ra cách đây khoảng 15 tỉ năm do một Vụ Nổ Nguyên Thủy Vĩ Đại gọi là Bích Băng (Big Bang). Vũ trụ nguyên thủy chỉ là một đám sương mù mờ ảo (xem chi tiết ở những mục sau) hình dung bởi học thuyết Nho giáo. Vương Sung một nhà triết học nổi tiếng triều Đông Hán cho rằng Trái đất được hình thành do sự đông đặc của một đám khí. Giả thuyết này không được phát triển vì thiếu cơ sở vật lí và toán học. Theo những thuyết nghiên cứu hiện đại, những thiên thể như sao và hành tinh được hình thành từ những đám khí khổng lồ bị co và đông lại vì sức hút của trường hấp dẫn trong đám khí. Theo luật luân hồi của đạo Phật, tạo hóa xoay vần như một bánh xe. Những trạng thái hỗn độn của vạn vật có thể tái diễn sau những trạng thái bình thường. Lí thuyết nghiên cứu cấu trúc và sự tiến hóa của Vũ trụ (Vũ trụ luận) dựa trên cơ sở khoa học hiện nay đề xuất Vũ trụ cũng có thể trải qua những giai đoạn co dãn tuần hoàn và Vũ trụ nguyên thủy ở trong một trạng thái hỗn độn.

Tóm lại, các nhà thiên văn học phương Đông thời xưa không có một mô hình chính xác về Vũ trụ và quỹ đạo của các hành tinh trong Hệ mặt trời, vì ngành vật lí và toán học, đặc biệt là hình học chưa được phát triển. Tuy nhiên, quan niệm của họ về Vũ trụ có khả năng thay đổi tương đối đúng với thực tế. Nhờ sự phát triển của khoa học qua các thời đại, hiện nay chúng ta biết rằng Trái đất là một trong 9 hành tinh trong Hệ mặt trời. Trái đất quay chung quanh Mặt trời với chu kì khoảng 365 ngày theo một quỹ đạo hình elip hầu như tròn mà Mặt trời ở một tiêu điểm. Mặt trăng là một vệ tinh quay chung quanh Trái đất. Các ngôi sao không dính trên vòm trời mà xa Trái đất ở những khoảng cách khác nhau. Vũ trụ có hàng trăm tỉ thiên hà, mỗi thiên hà có hàng chục tỉ ngôi sao như Mặt trời, mỗi sao có hàng chục hành tinh. Dải Ngân hà là một trong những thiên hà, chỉ khác là trong Ngân hà có Hệ mặt trời và có Trái đất chúng ta ở. Vì vậy Ngân hà còn được gọi là "Thiên hà của chúng ta". Trung tâm Ngân hà cách Trái đất khoảng 30 nghìn năm ánh sáng (xem những mục sau). Trái đất quay chung quanh Mặt trời với tốc độ 30 kilômet/giây và quay cùng tất cả Hệ mặt trời chung quanh trung tâm Ngân hà với tốc độ 250 kilômet/giây. Với tốc độ lớn, nhưng vì Ngân hà vĩ đại, nên Trái đất phải để 200 triệu năm mới quay hết một vòng chung quanh tâm Ngân hà.

3. Những vụ sao nổ. "Sao mới" và "Sao siêu mới"

Thiên văn học Đông phương có tính quan sát và thực nghiệm. Những hiện tượng trên trời đã được ghi chép, đặc biệt là sự xuất hiện đột ngột của những "sao mới" chỉ sáng và nhìn thấy trong một thời gian ngắn từ vài tháng đến vài năm. Những sao "phù du" này còn được gọi là "sao khách" đến thăm Trái đất rồi biến đi. Sao cũng có một quá trình tiến hóa như loài người trên Trái đất, qua những giai đoạn được sinh ra, trưởng thành, rồi già và tiêu tan. Các nhà thiên văn học ngày nay tìm thấy rằng những sao mới chính là loại sao già đã tiến triển đến một giai đoạn cuối cùng trong quá trình tiến hóa, nên tự hủy và nổ như một quả bom khinh khí. Như vậy danh từ "sao mới" (Tân tinh) không được thích hợp. Tuy nhiên các nhà thiên văn học ngày nay vẫn dùng từ "sao mới" để chỉ loại sao này. Bức xạ phát ra sau khi sao nổ có thể làm cho sao rất sáng và hiện lên giữa ban ngày. Với những kính viễn vọng hiện đại, người ta phát hiện được những vết tích của nó ở đúng những vị trí ghi lại bởi những nhà thiên văn từ nghìn năm về trước. Hiện

nay quan sát bằng kính viễn vọng ta thấy khí quyển của sao tan rã bay ra không trung với tốc độ hàng nghìn kilômet/giây. Sao càng lớn thì càng tiêu thụ nhanh nhiên liệu, chủ yếu là hiđrô trong trung tâm của sao bị đốt do những phản ứng nhiệt hạch. Những sao lớn bằng khoảng mười lần Mặt trời chỉ sống được độ 100 triệu năm rồi nổ thành "sao siêu mới". Những sao nhỏ tương tự như Mặt trời không nổ và sống khoảng 10 tỉ năm, tức là 100 lần lâu hơn là những sao siêu mới.

Cũng nhờ những tài liệu lịch sử ghi lại các hiện tượng siêu sao mới nên những nhà thiên văn ngày nay mới có thể so sánh những kết quả họ quan sát bằng những kính viễn vọng hiện đại với nhiều sự kiện xẩy ra hàng nghìn năm về trước. Những tài liệu lịch sử rất bổ ích cho công việc nghiên cứu quá trình tiến hóa của sao. Thực hiện được công trình nghiên cứu này cũng nhờ phương pháp đo đạc tương đối khá chuẩn của các nhà thiên văn học ngày xưa. Bộ sách bách khoa "Văn Hiến Thông Khảo" của Mã Thoan Lâm viết ở thế kỉ thứ 13 sưu tập được kết quả quan sát những sao chổi, sao mới và sao siêu mới từ thế kỉ thứ 2 trước công nguyên cho tới đầu thế kỉ thứ 13. Đó là một kho tàng quý báu cống hiến cho ngành Vật lí thiên văn hiện đại. Gần đây năm 1965, hai nhà thiên văn học ở đài thiên văn Thượng Hải đã sưu tầm tài liệu lịch sử Trung Quốc, Nhật Bản, Triều Tiên và Việt Nam và thiết lập một danh mục 90 sao mới và sao siêu mới ghi được từ đầu thế kỉ thứ nhất đến cuối thế kỉ thứ 17. Sau khi so sánh với những kết quả quan sát hiện nay, người ta thấy rằng trong số 90 sao đã nổ, chỉ có 12 sao có khả năng để lại vết tích quan sát được ngày nay. Vì rằng vị trí các sao mới và sao siêu mới ghi trong lịch sử đôi khi không được chính xác, nên công việc so sánh vị trí sao với vị trí vết tích để lại sau vụ nổ rất khó khăn. Vả lại chỉ những vụ nổ thật lớn mới để lại vết tích có thể phát hiện được ngày nay. Vết tích của sao siêu mới để lại là một nguồn bức xạ rất đặc biệt gọi là bức xạ "xincrôtrôn" thường thu được với bước sóng vô tuyến. Bức xạ này được đặt tên như vậy vì đã được phát hiện trong những máy gia tốc gọi là xincrôtrôn dùng trong ngành vật lí hạt nhân. Công trình nghiên cứu sao siêu mới phải có sự hợp tác không những của các nhà thiên văn trong lĩnh vực sóng khả kiến và sóng vô tuyến, mà cả của những nhà sử học và Hán học.

Sự hiện diện của sao siêu mới trên vòm trời ngày 7 tháng 12 năm 185 đã được ghi chép trong "Hậu Hán Sử". Ngày đó một "sao khách" đột ngột xuất hiện ở "Nam Môn" (chân trời hướng nam). Sao rất sáng tỏ, đổi ánh và đổi mầu rồi dần dần biến đi sau một năm. Ngày nay, các nhà thiên văn học ước lượng là hồi đó sao sáng chói hơn 6 lần "sao Hôm" hoặc "sao Mai". Sao Hôm và sao Mai là một thiên thể và chính là hành tinh Kim (Venus), khi hiện ra lúc hoàng hôn, khi hiện ra buổi bình minh và sáng nhất so với các sao trên trời. Sao khách năm 185 nhấp nháy đổi màu vì vị trí của sao gần chân trời nơi mà tầng lớp khí quyển dày nhất. Bức xạ của sao bị nhiễu bởi hiện tượng khúc xạ và tán xạ của khí quyển.

Sự kiện sao siêu mới nổ năm 1054 quan sát ở Trung Quốc đã được ghi trong ít nhất năm tài liệu lịch sử. Trong cuốn "Trung Quốc Cổ Tịch Tổng Hội Yếu" đã ghi rằng ngày 21 tháng 7 năm thứ nhất Chí Hòa (tháng 8 năm 1054 dương lịch), người phụ trách tính toán lịch tên là Dương Duy Đức nhìn thấy một "Sao khách" xuất hiện trên trời, óng ánh sắc vàng (màu vàng là màu của Hoàng Đế). Ông ta viết : "Tôi đoán là Sao khách không xâm phạm tới Sao Tất (sao Anđêbaran sáng nhất trong chòm Kim Ngưu, Taurus). Đây là một điềm tốt cho Hoàng Đế và báo

là cả nước sẽ thịnh vượng. Tôi xin ghi lời đoán của tôi vào sách sử" (hình 4). Tháng 3 năm thứ nhất Gia Hữu (năm 1056 dương lịch), một nhà thiên văn báo là Sao khách đã biến đi. Ông ta nghi rằng sao xuất hiện lần đầu vào một buổi sáng tháng 5 năm thứ nhất Chí Hòa bên cạnh sao Thiên Quan (sao dêta Tauri trong chòm Kim Ngưu) (hình 5). Sao nhìn thấy trong 23 ngày liền giữa ban ngày, óng ánh màu trắng đỏ, sáng bằng Thái Bạch (hành tinh Kim).

Sao siêu mới năm 1054 cũng được quan sát thấy tại Kinh Đô (Kyoto) Nhật Bản. Trong sử Minh Nguyệt Kí của Nhật Bản có chép : một sao khách được quan sát thấy trong chòm sao Kim Ngưu (gần sao Thiên Quan) ở chân trời phía đông bắt đầu từ trung tuần tháng tư, giờ sửu (tức là giữa ban ngày, 1 – 3 giờ trưa), năm thứ hai thời Thiên Hỉ, (20 tới 29 tháng 5 dương lịch năm 1054), tức là sớm hơn bên Trung Quốc, lúc cường độ sao siêu mới chưa tối đa. Các nhà khảo cổ cho rằng sự kiện sao siêu mới năm 1054 cũng đã được người da đỏ bên Mĩ ngày xưa khắc vào đá ở vùng Aridôna (Arizona).

Một tinh vân gần vị trí sao siêu mới năm 1054 được phát hiện bởi một nhà thiên văn nghiệp dư người Anh năm 1731. Ảnh đầu tiên của tinh vân này chụp được năm 1892 với một kính viễn vọng nhỏ đường kính 50 xentimet, có dạng hình một con cua (hình 27). Mãi tới năm 1919, nhà thiên văn học Lunmac (Lundmark), người Thụy Điển mới có ý nghĩ kết hợp sự kiện nổ của sao siêu mới năm 1054 với tinh vân Cua (mục 21). Khí quyển của sao bay ra ngoài không trung như những sợi tơ với tốc độ 1500 kilômet/giây. Tinh vân Cua là một trong những nguồn xạ xincrôtrôn có cường độ lớn thu được trong thiên hà bằng kính vô tuyến viễn vọng và được nghiên cứu một cách chi tiết. Hiện nay các nhà thiên văn khẳng định rằng vụ nổ này đã xẩy ra cách Trái đất 6500 năm ánh sáng, tức là ánh sáng của sao với tốc độ 300 nghìn kilômet/giây phải mất 6500 năm mới tới Trái đất chúng ta. (Năm ánh sáng là một đơn vị đo khoảng cách của các thiên thể).

Những sự kiện thiên văn cũng được theo rõi ở các nước Đông phương khác, đặc biệt là Nhật Bản, Triều Tiên và Việt Nam. Sử nước ta, Đại Việt Sử kí toàn thư, đã ghi rằng trong tháng 2, năm thứ nhất Quang Thuận, triều Lê Thánh Tông (1460 dương lịch) đã có một ngôi sao mới xuất hiện gần chòm sao Cự Tước (Crater, Crt) và Trường Xà (Hydra, Hya) (hình 6). Tuy nhiên, vết tích của vụ nổ này, tức là bức xạ xincrôtrôn của nó, chưa phát hiện được bằng những kính viễn vọng hiện đại trên những bước sóng vô tuyến. Phải chăng vì vị trí của sao mới này không được ghi lại chính xác trong lịch sử, hoặc vụ nổ không đủ mạnh để có thể phát hiện được vết tích.

4. Lịch sử thiên văn phương Tây

Quan niệm thiên văn của dân tộc phương Tây vùng Địa Trung Hải ở thời thượng cổ cũng có tính chất thần thoại và huyền bí. Ở Ai Cập, những tinh tú được coi là thánh thần ; thần mặt trời cũng là thần tạo ra Vũ trụ. Vì những nhà thiên văn học đồng thời là những nhà tu nên họ có nhiệm vụ quan sát tinh tú để định ngày giờ làm nghi lễ và làm lịch. Họ cũng dùng vị trí sao trên trời để lấy hướng những công trình xây dựng như kim tự tháp Ai Cập. Tuy nhiên những vấn đề liên quan đến sự cấu tạo của Vũ trụ không được chú ý tới. Vào thế kỉ thứ 3 trước công nguyên, dân vùng Mêđôpôtami (Mesopotamie) ở phía đông bắc nước Ai Cập (ngày

nay là I Rắc), cho rằng Trái đất như một quả núi, trên đỉnh có vòm trời tựa trên một bức thành chạy dài quanh Trái đất. Họ cũng tiên đoán được nguyệt thực và nhật thực. Vì mục tiêu là để phục vụ ngành chiêm tinh, cho nên thiên văn học chỉ chú trọng tới vị trí các hành tinh trên hoàng đạo, tức là vùng không gian ở giữa có quỹ đạo biểu kiến của Mặt trời.

Đặc điểm chung của ngành thiên văn thời thượng cổ nói trên là sự quan sát tương đối chính xác những hiện tượng trên trời. Tuy nhiên nó không dựa vào một mô hình khoa học cần thiết trong việc giải thích những hiện tượng thiên nhiên. Nền văn minh Hi Lạp đã đóng góp nhiều trong việc thiết lập một ngành thiên văn có tính chất khoa học. Những nhà toán học như Pitago (Pythagore, thế kỉ thứ 6 trước công nguyên) và Oclit (Euclide, thế kỉ thứ 3 trước công nguyên) cũng lưu ý đến thiên văn học. Thư viện Alêchxandri (Alexandrie) nổi tiếng ở Ai Cập xây bởi một vua Hi Lạp đã là nơi hội họp của những nhà bác học ở các nước phía đông Địa Trung Hải trong nhiều thế kỉ, cho tới lúc bị đốt cháy vào thế kỉ thứ 4. Sự cộng sinh của ngành thiên văn mô tả của Ai Cập và ngành toán học Hi Lạp đã làm nẩy nở ra một ngành nghiên cứu Vũ trụ có tính cách duy lí. Nhà triết học Platông (Platon, thế kỉ thứ 4 trước công nguyên) nhận định rằng Trái đất không di chuyển và ở ngay giữa trung tâm Vũ trụ. Thiên cầu quay chung quanh Trái đất lôi các sao chuyển động đều theo một quỹ đạo hình tròn. Tuy thuyết Trái đất là trung tâm không đúng, nhưng lần đầu tiên những khái niệm như chuyển động đều, quỹ đạo hình tròn và thiên cầu của cơ học và hình học đã được dùng trong ngành thiên văn. Nhà triết học Arixtôt (Aristote, thế kỉ thứ 4 trước công nguyên) cho Vũ trụ là hình cầu trong đó có khí gọi là ête. Đến thế kỉ thứ 2, nhà thiên văn học Ptôlêmê (Ptolemee) mới dùng hình học để giải thích quỹ đạo của các hành tinh trong khuôn khổ thuyết Trái đất là trung tâm. Các hành tinh quay trên một hệ thống những vòng tròn mà trung tâm cũng quay chung quanh Trái đất. Có một số nhà thiên văn học Hi Lạp khác như Arixtac (Aristarque, thế kỉ thứ 3 trước công nguyên) đã phủ nhận thuyết Trái đất là trung tâm Vũ trụ và đề xuất thuyết Trái đất quay chung quanh Mặt trời. Thuyết Mặt trời là trung tâm bị đả kích và người sáng tạo ra lí thuyết này bị phạm tội là quấy nhiễu sự an nghỉ của thánh thần. Trong hơn 15 thế kỉ, thuyết Trái đất có người ở là trung tâm Vũ trụ tuy không đúng, nhưng được chấp nhận vì thích hợp với ý nghĩ của Giáo hội thời trung cổ.

Đầu thế kỉ thứ 16, nhà thiên văn học Côpecnich (Copernic), người Ba Lan, là người đầu tiên áp dụng toán học để giải thích những kết quả quan sát thiên văn và khẳng định rằng Trái đất không đứng yên tại trung tâm Vũ trụ. Sau nhiều năm nghiên cứu, Côpecnich phát hiện được là Trái đất và các hành tinh quay chung quanh Mặt trời trên những quỹ đạo hình tròn. Phải đợi đến đầu thế kỉ thứ 17, nhờ công trình nghiên cứu của nhà thiên văn học người Đức, Kêple (Kepler), quỹ đạo các hành tinh mới được xác định chính xác. Quỹ đạo các hành tinh kể cả của Trái đất không hẳn là hình tròn nhưng là những elip mà một tiêu điểm là Mặt trời. Ba định luật của Kêple làm ra để giải thích những đặc tính của quỹ đạo hành tinh còn được giảng dạy trong các trường trung học phổ thông ngày nay.

Nhà thiên văn học Galilê (Galilei) người Ý, cùng thời với Kêple, ngoài công việc nghiên cứu và đặt ra những định luật cơ học liên quan đến sự chuyển động của các vật thể, còn là người đầu tiên sử dụng kính viễn vọng để tìm hiểu Vũ trụ. Những phát hiện của Galilê bằng kính viễn vọng cũng đã được công bố bên Trung

Quốc, đời nhà Minh. Galilê đã phát hiện ra dải Ngân hà có vô số sao, Mặt trăng lỗ chỗ, lồi lõm và Mặt trời có những "vết đen". Như ta đã biết, Ngân hà cũng như hàng trăm tỉ thiên hà khác, có hàng chục tỉ sao. Mặt trăng là vệ tinh của Trái đất, nhưng vì không có khí quyển che chở nên bị những thiên thạch tức là những hòn đá khổng lồ rơi xuống tạo ra những hố to như miệng núi lửa. Những thiên thạch rơi xuống Trái đất của chúng ta thường bị bốc cháy trong tầng khí quyển. Còn vết đen thì Galilê tưởng là những đám mây bay trên Mặt trời. Chính đó là những vùng rộng lớn trên quang cầu (bề mặt Mặt trời) với kích thước từ 10 nghìn đến 150 nghìn kilômet. Quang cầu tức là bề mặt Mặt trời có nhiệt độ khoảng 6000 độ. Nhiệt độ của vết đen chỉ khoảng 4000 độ. Vết đen sáng như Mặt trăng, nhưng vì tương đối "lạnh" hơn quang cầu nên hấp thụ ánh sáng và hiện thành đen. Vết đen có từ trường và thường hiện ra từng đôi, như hai cực của nam châm. Vết đen biểu lộ hoạt động của Mặt trời với một chu kì là 11 năm. Galilê còn phát hiện được 4 vệ tinh trong số 16 vệ tinh của hành tinh Mộc.

Ngày xưa, các nhà thiên văn học không biết lí do của sự chuyển động của các hành tinh. Một số cho rằng sự chuyển động này là biểu hiện của phép mầu nhiệm của Tạo hóa. Một sự phát hiện vô cùng quan trọng trong lĩnh vực Vật lí là sự "hấp dẫn phổ biến" của Niutơn, một nhà thiên văn kiêm vật lí và toán học thiên tài người Anh, ở thế kỉ thứ 17 và 18. Lực hấp dẫn làm cho hai vật thể có khối lượng hút nhau, hai vật càng gần nhau bao nhiêu thì càng bị hút mạnh bấy nhiêu. Lực hút của trường hấp dẫn tỉ lệ thuận với khối lượng của hai vật thể và tỉ lệ nghịch với bình phương của khoảng cách giữa hai vật thể đó. Hằng số tỉ lệ được gọi là "hằng số hấp dẫn". Chúng ta đứng được trên mặt đất là nhờ lực hấp dẫn của Trái đất hút ta. Một vật ta ném lên không trung rơi xuống đất cũng là do sức hút của trường hấp dẫn của Trái đất. Sở dĩ Trái đất của chúng ta có tầng khí quyển hấp thụ những tia tử ngoại nguy hiểm phát ra từ Mặt trời cũng nhờ có sức hút của trường hấp dẫn của Trái đất đủ lớn để giữ được khí quyển không bay ra ngoài không trung. Cũng do lực hấp dẫn mà Trái đất và các hành tinh khác quay chung quanh Mặt trời và Mặt trăng quay chung quanh Trái đất. Ta có thể tự hỏi tại sao Mặt trăng không rơi xuống Trái đất và Trái đất cùng những hành tinh khác như Thủy, Kim, Hỏa, Mộc, Thổ v.v., không rơi vào Mặt trời. Bởi vì sự chuyển động trên quỹ đạo của Mặt trăng chung quanh Trái đất hay của các hành tinh chung quanh Mặt trời tạo ra một lực gọi là lực li tâm để bù trừ sự hút của lực hấp dẫn. Truyền thuyết kể lại rằng trong khi Niutơn nhìn thấy một quả táo rơi từ trên cây xuống tự hỏi tại sao Mặt trăng không rơi như quả táo, và sau tìm được giải thích ! Vì lí thuyết Niutơn có tính bao quát, giải thích được sự chuyển động của vạn vật cũng như của các thiên thể trong Vũ trụ, nên được gọi là "định luật vạn vật hấp dẫn". Theo thuyết Niutơn, một số sao chổi quay chung quanh Mặt trời trên những quỹ đạo hình elip. Nhà thiên văn học Halê (Haylley), người Anh (thế kỉ thứ 17 - 18) áp dụng định luật Niutơn để tính quỹ đạo cho biết là các sao chổi hiện ra những năm 1531, 1607 và 1682, có quỹ đạo giống nhau và chỉ là một thiên thể. Cứ khoảng 76 năm thì sao chổi lại quay trở lại gần Mặt trời và nhìn thấy từ Trái đất (hình 7). Ông tiên đoán là sao chổi này sẽ trở lại năm 1758. Đúng hôm lễ Giáng sinh năm đó sao chổi hiện lên trên bầu trời, nhưng tiếc thay ông đã mất trước và không được biết là tiên đoán của ông được xác minh. Sao chổi này được đặt tên là sao chổi Halê để ghi nhớ thành tích khoa học của ông. Lõi sao chổi là một thiên thạch nhỏ chuyển động gần Hệ Mặt trời. Khi còn xa Mặt trời, nước và khí trong thiên thể rất lạnh nên đóng thành băng. Khi thiên thạch bay gần Mặt trời thì nhiệt độ

tăng lên, nước và khí lạnh bốc thành hơi. Vì áp lực của bức xạ Mặt trời tạo ra một luồng gió gọi là "gió Mặt trời" thổi hơi nước và khí cùng bụi trong thiên thể phun ra thành một cái đuôi giống hình cái chổi (Tuệ tinh). Mỗi ngày sao chổi có thể phun ra vài triệu tấn bụi và hơi. Đuôi sao chổi có thể dài hàng triệu kilômet. Các nhà thiên văn ước lượng có hàng trăm sao chổi lang thang gần Hệ mặt trời.

Công trình của Niutơn đã mở đầu một kỉ nguyên mới trong lịch sử khoa học và hướng dẫn một số nhà toán học và vật lí học trứ danh ở cuối thế kỉ thứ 19 và đầu thế kỉ thứ 20 trong sự tìm hiểu Vũ trụ. Định luật của Niutơn vẫn được áp dụng thường xuyên trong ngành vật lí và cơ học cơ bản hiện đại. Về phương diện kỉ thuật, nó đã được áp dụng để tính toán quỹ đạo của các vệ tinh nhân tạo dùng trong hệ thống thông tin, vô tuyến truyền hình thế giới và trong công việc phát hiện những tài nguyên trên Trái đất. Những con tàu vũ trụ được phóng thành công lên Mặt trăng và về phía các hành tinh Kim, Hỏa và sao chổi Halê để tìm hiểu các trạng thái lí hóa của các thiên thể này cũng là những áp dụng cụ thể của thuyết Niutơn.

5. Thuyết tương đối hẹp của Anhxtanh (Einstein)

Các nhà Thiên văn học đời xưa cho rằng Trái đất là trung tâm Vũ trụ và đứng yên một chỗ. Như ta đã biết, Trái đất quay chung quanh Mặt trời, nên người trên Trái đất có cảm tưởng là vòm trời quay. Mặt trời cũng quay chung quanh Thiên hà của chúng ta. Sự chuyển động của mọi vật chỉ là một khái niệm tương đối tùy hệ quy chiếu dùng làm cơ sở để khảo sát chuyển động. Từ những định luật của thuyết tương đối của Niutơn và Galilê ta tính được tốc độ của các vật tùy theo hệ quy chiếu. Thí dụ, một người đi trên thuyền dọc theo chiều thuyền chạy song song với bờ. Nếu tốc độ của người trên thuyền (đối với thuyền là hệ quy chiếu) là 2 kilômet/giờ và thuyền có tốc độ (đối với bờ sông là hệ quy chiếu) là 10 kilômet/giờ, thì một người đứng trên bờ quan sát thấy người trên thuyền chuyển động với tốc độ 10 + 2 = 12 kilômet/giờ.

Theo thuyết tương đối đầu thế kỉ thứ 20 của Anhxtanh (Einstein), một nhà vật lí người Mĩ gốc Đức (1879 - 1955) thì cách tính cộng tốc độ như trên không đúng, khi các vật thể chuyển động nhanh gần bằng ánh sáng (tốc độ tương đối tính). Thí dụ một con tàu vũ trụ chuyển động với tộc độ lớn bằng 75% tốc độ ánh sáng tức là 0,75c (tốc độ ánh sáng là 300 nghìn kilômet/giây thường gọi là "c"), tuy tốc độ này không đạt được vì ngoài khả năng kỉ thuật hiện đại. Nếu nhà du hành vũ trụ đi trong tàu với tốc độ 0,25c thì theo lí luận trên, một người quan sát từ dưới đất cho rằng tốc độ của nhà du hành phải là 0,75c + 0,25c = 1c, tức là lớn bằng tốc độ ánh sáng. Về phương diện vật lí, kết quả này thật phi lí vì không có vật nào chuyển động nhanh bằng ánh sáng. Các hạt phôtôn (ánh sáng) không có khối lượng và tốc độ của chúng là giới hạn tuyệt đối cho tốc độ của các vật thể. Trong trường hợp tốc độ lớn gần bằng tốc độ ánh sáng, ta phải dùng định luật của Lorenxơ (Lorentz, một nhà vật lí người Hà Lan thế kỉ 19 - 20) và "thuyết tương đối hẹp" của Anhxtanh để tính tốc độ. Theo định luật này thì tốc độ của nhà du hành là 0,84c, tức là thấp hơn tốc độ ánh sáng. Như vậy, trong trường hợp tốc độ chuyển động cao xấp xỉ tốc độ ánh sáng thì 0,75c + 0,25c không bằng 1c mà chỉ bằng 0,84c !

6. Những nghịch lí của thuyết tương đối

Những hiện tượng cơ học trong trường hợp tốc độ chuyển động tương đối có nhiều nghịch lí. Điển hình là "nghịch lí anh em sinh đôi", một người là A một người là B cùng sinh một ngày. Anh A là một nhà du hành vũ trụ, lái con tàu vũ trụ bay tới thám hiểm sao "Anpha Xentauri" (Alpha Cantauri), một tr những ngôi sao gần Trái đất nhất, trong chòm sao "Bán Nhân Mã" khoảng cách 4 năm ánh sáng. Ánh sáng phát ra từ ngôi sao này với tốc độ 300 nghìn kilômet/g phải mất 4 năm mới tới chúng ta. Tàu vũ trụ của anh A có tốc độ tuy cực nhưng không thể bằng tốc độ ánh sáng. Thí dụ tốc độ tàu bằng 75% tốc độ sáng (0,75c = 225 nghìn km/giây). Với tốc độ này, tàu phải mất 5 năm 4 th mới tới đích. Anh A khi tới ngôi sao quay trở về ngay. Đối với anh B đợi ở n thì sau 10 năm 8 tháng mới gặp lại anh A. Nhưng theo đồng hồ anh A mang th thì cuộc hành trình khứ hồi của anh với tốc độ tương đối tính chỉ mất 7 năm. T là anh B ở lại trên Trái đất già hơn anh A gần 4 tuổi ! Đồng hồ của anh A dườ như chạy chậm hơn đồng hồ anh B, cứ mỗi giờ chậm 20 phút. Nghịch lí "anh e sinh đôi" được giải thích bằng thuyết tương đối hẹp của Anhxtanh. Khi tốc độ chuy vận cao gần bằng tốc độ ánh sáng thì khoảng cách và thời gian hầu như "co" l Tốc độ của tàu vũ trụ càng lớn thì trên tàu, đồng hồ càng chạy chậm và thời gi đo bằng đồng hồ càng ngắn đi. Tuy nhiên, trường hợp tàu vũ trụ di chuyển với tố độ tương tự tốc độ ánh sáng hãy còn trong phạm vi khoa học viễn tưởng. Tốc trung bình của vệ tinh nhân tạo hiện nay chỉ là 8 kilômet/giây, rất thấp so với tố độ ánh sáng. Sau một năm, đồng hồ trên vệ tinh chỉ chậm 0,01 giây so với đồn hồ trên mặt đất. Nếu tàu vũ trụ của anh A bay với tốc độ 8 km/giây, thì phải m 300 nghìn năm mới làm xong cuộc hành trình khứ hồi tới sao Anpha Xentauri. Lú trở lại Trái đất anh A chỉ trẻ hơn anh B có 50 phút, sau 300 nghìn năm xa cách Nhưng trên thực tế, lúc đó thì hai anh em sinh đôi không còn sống để so sánh tuổi !

Một thí dụ cụ thể của sự thay đổi tương đối của thời gian là những hạt cơ bản "muyôn" của "tia vũ trụ". Thành phần của tia vũ trụ gồm nhiều hạt cơ bản trong đó có muyôn, prôtôn (hạt nhân của nguyên tử hiđrô) và các hạt nhân khác cùng êlectrôn. Những hạt này được tạo ra trong dải Ngân hà bởi những vụ nổ sao mới và sao siêu mới. Khi tia vũ trụ rơi xuống khí quyển Trái đất thì những hạt muyôn tự nhiên phân rã rất nhanh trong vài phần triệu giây, nên chúng chỉ tập trung ở những tầng khí quyển ở độ cao khoảng 10 kilômet và không tới mặt đất được. Tuy nhiên trên thực tế các hạt muyôn vũ trụ vẫn phát hiện được trong phòng thí nghiệm. Bởi vì một số những hạt muyôn có tốc độ lớn, gần bằng tốc độ ánh sáng. Theo thuyết tương đối của Anhxtanh, thời gian sống biểu kiến của những hạt muyôn đối với người dùng máy đo trong phòng thí nghiệm, tăng lên như trong "nghịch lí anh em sinh đôi". Vì vậy các hạt này có đủ thời giờ tới được mặt đất trước khi bị phân rã.

Quỹ đạo các hành tinh được xác định bằng định luật Niutơn. Định luật này, tuy được dùng hơn 200 năm trong cơ học, nhưng đã được chứng minh bởi nhà bác học Anhxtanh năm 1905 là không chính xác trong trường hợp vật thể chuyển động nhanh gần bằng ánh sáng. Trong thuyết Niutơn, khối lượng của một vật thể không thay đổi. Theo Anhxtanh thì khối lượng tăng theo tốc độ. Tuy nhiên, sự tăng của khối lượng không đáng kể trong những trường hợp tốc độ thông thường, cho nên

định luật Niutơn vẫn áp dụng được. Khối lượng của một tàu vũ trụ chuyển động trên không trung với tốc độ 8 kilômet/giây chỉ tăng 3 phần 10 tỉ (0,000 000 0003) so với khối lượng lúc tàu đứng yên tại chỗ (khối lượng nghỉ) trước khi được phóng. Sự gia tăng này rất nhỏ không thể đo được. Chỉ trong trường hợp tàu vũ trụ bay với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng thì khối lượng của nó mới được tăng đáng kể. Thí dụ tốc độ tàu bằng 75% tốc độ ánh sáng thì khối lượng tăng lên 1,5 lần so với khối lượng nghỉ. Những êlectrôn tương đối tính quan sát thấy trong những máy gia tốc xincrôtrôn dùng trong ngành vật lí hạt nhân có tốc độ bằng 99,9999875 phần trăm tốc độ ánh sáng. Lúc đó, khối lượng êlectrôn tăng gấp 2000 lần so với khối lượng nghỉ của êlectrôn. Sự tăng khối lượng của một vật có thể quy ra thành năng lượng, theo công thức rất phổ biến $E = mc^2$ của thuyết tương đối của Anhxtanh (E là năng lượng, m là khối lượng, c là tốc độ ánh sáng).

7. Không - thời gian và nón ánh sáng

Thuyết tương đối đặc biệt của Anhxtanh có tiên đề là tốc độ ánh sáng không thay đổi và có giới hạn. Những phôtôn phát ra từ Mặt trời với tốc độ 300 nghìn kilômet/giây phải mất 8 phút mới tới chúng ta. Ánh sáng của ngôi sao gần nhất phải mất 4 năm mới tới mắt chúng ta. Bức xạ của các thiên hà xa lắc truyền qua không trung hàng tỉ năm mới tới Trái đất. Những phôtôn mà ta thu hiện nay bằng kính viễn vọng là những phôtôn của thiên thể phát ra đã từ lâu. Vũ trụ giãn nở sau khi được tạo bởi "Vụ nổ nguyên thủy" cách đây khoảng 15 tỉ năm. Ta càng nhìn xa được bao nhiêu thì càng thăm dò sâu vào quá khứ của Vũ trụ bấy nhiêu. Quan sát những thiên thể ở các khoảng cách khác nhau cho ta biết trạng thái của Vũ trụ ở các thời điểm khác nhau. Những sự kiện ta quan sát thấy xảy ra tại một điểm trong không gian và ở một thời điểm trong thời gian. Không gian và thời gian trong Vũ trụ trở thành một khái niệm có liên quan với nhau gọi là "không - thời gian" trong thuyết tương đối của Anhxtanh.

Trong hình học Ơclit, ta biểu diễn không gian bằng 3 trục Ox, Oy, Oz thẳng góc với nhau và 3 tọa độ trên 3 trục để xác định một điểm trong không gian. Trong hình học không-thời gian, một trục thứ tư được dùng để biểu diễn thời gian. Tuy nhiên ta khó hình dung được một không-thời gian có 4 chiều. Để đơn giản hóa việc giải thích, ta biểu diễn không gian bằng trục Ox như trong hình học một chiều, và thời gian bằng trục thứ hai Ot (Hình 8). Biểu đồ được chia làm 2 vùng (1), và (2) giới hạn bởi hai nửa đường thẳng Oa (phương trình $x = ct$) và Ob (phương trình $x = -ct$) và trục Ox ; c là tốc độ ánh sáng. Một điểm trong không-thời gian gọi là một "sự kiện" được biểu diễn bằng tọa độ không gian, x, và tọa độ thời gian, t. Thí dụ có một sự kiện xẩy ra ở điểm O (tọa độ $x = 0$ và $t = 0$). Nếu sự kiện truyền với tốc độ ánh sáng (chẳng hạn ánh sáng của sét) thì quỹ đạo của nó trong biểu đồ không-thời gian là Oa và Ob. Nếu sự kiện truyền chậm hơn ánh sáng (tiếng vang của sấm) thì quỹ đạo OM của nó nằm trong vùng (1). Trong một thời gian t, tiếng sấm truyền được một khoảng cách OX_M, trong khi đó ánh sáng của sét đã truyền được một khoảng cách OX_a lớn hơn OX_M. Vùng (2) dành cho những sự kiện truyền nhanh hơn ánh sáng. Vì tốc độ của ánh sáng là một giới hạn tuyệt đối cho mọi sự chuyển động của các vật thể, nên không một hạt vật chất nào có tốc độ lớn hơn tốc độ ánh sáng. Đó là tiên đề cơ bản của thuyết tương đối hẹp.

Cho nên trong biểu đồ không-thời gian, quỹ đạo của ánh sáng và các vật thể không đột nhập được vào vùng (2). Quỹ đạo của vật thể trong không-thời gian bị hạn chế trong hình nón aOb (vùng (1), gọi là "nón ánh sáng". Muốn thu được tín hiệu phát ra từ điểm O, người quan sát phải ở bên trong "nón ánh sáng" trong không-thời gian.

8. Thuyết tương đối rộng của Anhxtanh

Thuyết tương đối hẹp của Anhxtanh đề xuất năm 1905 không kể đến lực hấp dẫn. Tuy nhiên như ta đã biết, sự chuyển động của vật thể đều bị chi phối bởi trường hấp dẫn theo định luật Niutơn. Mười năm sau khi lập ra thuyết tương đối hẹp, Anhxtanh đã có một ý kiến độc đáo làm đảo lộn ngành vật lí đầu thế kỉ thứ 20. Anhxtanh cho rằng không-thời gian trong Vũ trụ có chỗ phẳng có chỗ cong. Những vùng không-thời gian cong là những vùng chung quanh những khối lượng như Mặt trời, các ngôi sao và các thiên thể. Gần những vùng này, quỹ đạo của phôtôn cũng bị cong, tức là tia ánh sáng bị lệch hướng. Ta có có thể hình dung không-thời gian như một tấm vải căng thẳng và một vật có khối lượng là một quả bóng quần vợt đặt ở trên, làm trũng mặt phẳng tấm vải (hình 9). Ta hình dùng hạt ánh sáng như một quả bóng nhựa nhẹ mới đầu lăn theo một đường thẳng trên tấm vải. Đến vị trí quả bóng quần vợt, quả bóng nhựa tự lăn xuống theo sát vùng trũng của tấm vải tuy không có một lực nào thúc đẩy và phải đổi hướng lăn. Theo thuyết tương đối rộng của Anhxtanh thì một vật có khối lượng uốn cong không-thời gian như một quả bóng quần vợt làm trũng một tấm vải. Không-thời gian không phẳng đồng đều, có chỗ bị uốn cong ở những nơi có khối lượng, chẳng hạn cạnh những thiên thể như Mặt trời, các ngôi sao hay các thiên hà. Độ cong của không-thời gian trong Vũ trụ cũng như tấm vải thay đổi từng vùng, tăng giảm tùy theo gần hay xa những khối lượng. Cấu trúc của không-thời gian tùy thuộc sự phân bố của những khối lượng trong Vũ trụ. Lực hấp dẫn chung quanh khối lượng chỉ là phản ảnh của một không-thời gian cong trong thuyết tương đối rộng.

Không-thời gian chung quanh Mặt trời bị uốn cong bởi khối lượng Mặt trời, nên các hạt phôtôn (hạt ánh sáng) phải đổi hướng khi đến gần hướng Mặt trời. Mặt trời chuyển động nhanh tương đối với vòm trời còn các ngôi sao và các thiên hà xa xăm dường như dính vào vòm trời và quay theo vòm trời. Nếu Mặt trời tiến đến gần hướng một thiên hà ở điểm A trên vòm trời thì bức xạ vô tuyến phát từ thiên hà tới kính viễn vọng bị lệch hướng (hình 10). Từ điểm O trên Trái đất, nhà thiên văn quan sát thấy vị trí biểu kiến của nguồn xạ ở điểm A'. Mặt trời càng đến gần thiên hà A thì độ lệch càng tăng. Thí nghiệm này đã xác định được góc độ lệch γ (chữ Hy lạp đọc là gamma) của bức xạ thiên hà. Khi thiên hà tới rìa Mặt trời, độ lệch đo được chỉ là 1,761 giây, đúng theo tiên đoán của thuyết tương đối rộng của Anhxtanh. Đáng lẽ quan sát bức xạ vô tuyến, ta cũng có thể thực hiện thí nghiệm trên bằng cách quan sát bức xạ khả kiến với kính viễn vọng. Trường hợp này phức tạp hơn, ta phải đợi khi có nhật thực để Mặt trăng che Mặt trời mới nhìn thấy sao trên bầu trời. Vả lại thời gian nhật thực nhiều nhất là 7 phút, nên việc quan sát phải được thực hiện nhanh. Trong khi đó bức xạ vô tuyến của các thiên hà có thể thu được ngày đêm và không bị nhiễu nhiều bởi bức xạ vô tuyến của Mặt trời.

Một hiện tượng quan trọng khác mà thuyết tương đối rộng tiên đoán được là thời gian cạnh các khối lượng (vùng không-thời gian cong) dường như trôi chậm

hơn là thời gian trong vùng không có khối lượng. Bởi vì bức xạ ánh sáng, sau khi tương tác với trường hấp dẫn của một khối lượng như Mặt trời, thì năng lượng của bức xạ bị giảm đi. Khi năng lượng giảm đi thì tần số bức xạ cũng giảm đi, tức là khoảng cách giữa hai "cực đại" gần nhất (biên độ), bước sóng bức xạ dài ra (hình 11). Phổ của bức xạ "dịch chuyển về phía đỏ", tức là về phía những bước sóng dài. Vì trong phổ ánh sáng mà ta nhìn thấy được, bước sóng của màu đỏ dài nhất, xong đến màu vàng, màu xanh lục, màu xanh lam, và màu tím. Bước sóng của ánh sáng màu tím ngắn nhất. Chẳng hạn, ánh sáng của một sao lúc đầu màu xanh lam, sau khi truyền qua trường hấp dẫn của một thiên thể, có thể dịch chuyển về phía đỏ, tức là đổi thành màu vàng hay màu đỏ, tùy theo cường độ của trường hấp dẫn của thiên thể. Độ dịch chuyển về phía đỏ thường được biểu thị bằng chữ "z". Bước sóng biểu thị bằng chữ Hy lạp "λ" (lamđa) dài ra và trở thành $\lambda + z\lambda$. Trường hấp dẫn của Mặt trời rất yếu nên độ dịch chuyển về phía đỏ không đáng kể và chỉ làm bước sóng của bức xạ dài ra thêm 2 phần triệu (10^{-6}). Những "lỗ đen" (mục 23) có trường hấp dẫn cực lớn có khả năng thay đổi rất nhiều độ cong của không–thời gian. Độ dịch chuyển về phía đỏ cùng độ lệch của bức xạ phát ra từ mọi vật di chuyển gần các lỗ đen trở thành vô tận. Mọi vật kể cả các bức xạ cùng ánh sáng đều bị rơi vào lỗ đen nên không thoát ra ngoài được (hình 34).

9. Vũ trụ luận và những tư tưởng triết học

Vũ trụ luận, tức là ngành vật lí thiên văn nghiên cứu về nguồn gốc và sự tiến hóa của Vũ trụ, có hai trường phái. Một trường phái, chủ xướng bởi nhà vật lí học người Anh, Hoilơ (Hoyle), cho rằng Vũ trụ ở trong "Trạng thái ổn định", vô thủy vô chung. Các vật chất được tạo ra và biến đi một cách liên tục. Trường phái khác cho rằng Vũ trụ được tạo ra bởi một Vụ nổ vĩ đại cách đây khoảng 15 tỉ năm, hiện nay đang giãn nở và loãng dần. Từ nay ta sẽ gọi vụ nổ nguyên thủy này là "Vụ nổ lớn", Bích Băng (Big Bang). Tìm hiểu nguồn gốc của Vũ trụ là một vấn đề vô cùng nan giải, vì phải dùng phương tiện toán lí và dụng cụ quan sát rất phức tạp. Đứng về phương diện triết lí có người cho rằng thuyết Vũ trụ trong trạng thái ổn định rất tao nhã, vì trong thuyết này Vũ trụ không trải qua giai đoạn nguyên thủy bùng nổ kì dị. Điểm kì dị trong toán học là một điểm đặc biệt đáng tránh, vì là nơi các biểu thức toán phân kì ra vô tận. Vũ trụ trong trạng thái ổn định không thay đổi từ quá khứ đến tương lai. Vì Vũ trụ giãn nở và có thể bị loãng dần nên theo thuyết này, vật chất được tự nhiên tạo ra vừa đủ để bù cho mật độ Vũ Trụ không thay đổi. Thuyết này ước lượng rằng mỗi năm Vũ trụ chỉ cần sản xuất khoảng 2×10^{-24} gam (0,000... 00002, tức là 23 số không đứng trước số 2, sau dấu phẩy) vật chất trong một trăm kilômet khối là đủ ! Dù sao, sự tăng mật độ cực kì nhỏ như thế của vật chất không thể phát hiện được trong phòng thí nghiệm. Trong sự tranh luận giữa hai trường phái, có người cho rằng tin có Vụ nổ lớn tức là tin có một Tạo hóa đã tạo ra Vũ trụ. Họ nghĩ rằng thuyết Vụ nổ lớn không có tính chất thuần lí. Trong một buổi yết kiến tại Tòa thánh Vaticăng (Vatican), Giáo hoàng đã phát biểu với các nhà vật lí thiên văn như sau : "Nghiên cứu quá trình tiến triển của Vũ trụ là công trình tốt đẹp, nhưng nên tránh tìm hiểu đúng thời điểm Vũ trụ nổ, vì đó là công trình của Thượng đế". Đứng về phương diện khoa học thì thuyết đúng nhất phải miêu tả và giải thích được những hiện

tượng lí hóa thiên nhiên. Theo những kết quả nghiên cứu khoa học mới nhất thì thuyết Vụ nổ lớn miêu tả Vũ trụ đúng hơn vì giải thích được nhiều hiện tượng thiên nhiên hơn là thuyết Trạng thái ổn định. Như ta đã biết, quan sát các thiên hà càng xa bao nhiêu thì ta càng thăm dò được trạng thái của Vũ trụ trong quá khứ xa xưa bấy nhiêu. Các nhà thiên văn đo thấy số các thiên hà trong quá khứ nhiều hơn hiện nay, chứng tỏ rằng Vũ trụ có biến đổi. Vũ trụ trong quá khứ đặc hơn bây giờ. Đó là một trong những hiện tượng giải thích được bằng thuyết Vụ nổ lớn và chống lại thuyết Trạng thái ổn định. Vụ nổ lớn đã để lại những di tích mà hiện nay các nhà vật lí thiên văn đã phát hiện được. Đó là bức xạ phát ra tứ phía từ Vũ trụ nay đã nguội và gọi là bức xạ "phông Vũ trụ". Hiện nay, thuyết Vụ nổ lớn tuy còn phải được cải tiến nhưng được đa số các nhà vật lí thiên văn chấp nhận. Quá trình tiến hóa của Vũ trụ sẽ được trình bày trong mục sau qua thuyết Vụ nổ lớn.

10. Vũ trụ giãn nở. Bức xạ "phông Vũ trụ"

Năm 1929, nhà thiên văn học Hơpbơn (Hubble) người Mỹ đã phát hiện ra một hiện tượng có tầm quan trọng lớn cho sự hiểu biết Vũ Trụ. Hơpbơn nhận xét thấy các thiên hà xa xăm rải rác khắp bầu trời đều lùi xa ta. Người ta thường hình dung hiện tượng này trên một quả bóng hơi được thổi phồng dần. Trên quả bóng có những đốm vẽ bằng mực. Khi bóng được thổi phồng thì khoảng cách giữa những đốm tăng lên. Bất cứ đốm nào cũng lánh xa những đốm khác như trường hợp những thiên hà trong Vũ trụ, Thiên hà của chúng ta trong đó có Trái đất chúng ta ở cũng chỉ như một trong những đốm trên quả bóng đang được thổi phồng. Chúng ta không phải ở ngay trung tâm Vũ trụ. Theo định luật Hơpbơn thì thiên hà càng xa ta bao nhiêu thì càng lùi nhanh bấy nhiêu. Tốc độ lùi (V) của thiên hà tỉ lệ với khoảng cách (d) giữa thiên hà và chúng ta ; $V = H \times d$ và H là hằng số Hơpbơn. Tốc độ lùi của một thiên hà cách xa ta 3 triệu năm ánh sáng là 75kilômet/giây. Định luật Hơpbơn giúp ta tính được khoảng cách của các thiên hà, vì ta đo được tốc độ lùi của thiên hà bằng máy quang phổ. Sự quan sát thấy các thiên hà lánh xa nhau là một bằng chứng của một Vũ trụ giãn nở. Trong quá khứ, Vũ trụ đã trải qua một giai đoạn cực nóng và dày đặc. Kết quả quan sát của Hơpbơn đã hướng dẫn những nhà vật lí thiên văn đưa ra giả thuyết có Vụ nổ nguyên thủy. Ngoài sự kiện các thiên hà lánh xa nhau, còn có hai bằng chứng cụ thể quan sát ủng hộ thuyết Vụ nổ nguyên thủy. Đó là sự phát hiện ra "bức xạ phông Vũ trụ" và độ giầu của nguyên tử hêli trong Vũ trụ (mục 13).

Sự phát hiện tình cờ ra bức xạ phông Vũ Trụ bởi hai nhà vật lí thiên văn vô tuyến Mỹ, Pendiat (Penzias) và Uynxơn (Wilson) năm 1965 là một yếu tố quyết định cho thuyết Vụ nổ lớn. Hồi đó hai ông đang thử máy thu tín hiệu trên bước sóng 3 xentimet (sóng vô tuyến). Dụng cụ gồm có một máy thu tín hiệu rất nhậy và một ăngten dài hình kèn, dùng để liên lạc với các vệ tinh nhân tạo. Họ thu được vào máy một tín hiệu rất yếu, và thoạt đầu tưởng là bức xạ vô tuyến này là nhiễu xạ phát ra bởi những thiết bị nhân tạo như rađa. Sau khi lau chùi ăngten cẩn thận (vì chim làm tổ trong ăngten cũng có thể phát ra nhiễu xạ !) và kiểm tra tỉ mỉ, họ phải khẳng định là bức xạ phát đồng đều từ tứ phía trong không trung. Nguồn bức xạ phải ở ngoài Trái đất, phát từ Vũ trụ. Trước đó năm 1948,

Gamôp (Gamow), một nhà vật lí học người Mỹ đã có lí thuyết cho rằng vết tích của bức xạ Vũ trụ nguyên thủy lúc đầu nóng ít nhất hàng triệu tỉ độ, ngày càng nguội dần vì Vũ trụ giãn nở. Ông tiên đoán rằng nhiệt độ hiện nay của bức xạ chỉ còn khoảng 10 độ Kelvin, độ tuyệt đối K trong thang Kenvin (Kelvin), tức là 263 độ dưới không độ (-263 độ C) trong thang bách phân Xenxiusơ (Celsius). Ta dùng thông thường thang Xenxiusơ để đo nhiệt độ gọi là độ C. Trong ngành vật lí thiên văn, thang độ tuyệt đối Kenvin thường được dùng và viết tắt là K. Nhiệt độ của bức xạ thu được trong máy của Pendiat và Uynxơn khoảng 3 K. Hai nhà vật lí thiên văn nhận thức rằng họ đã tìm thấy một kết quả quan sát vô cùng quan trọng, vì chính nó là vết tích của Vụ nổ nguyên thủy tiên đoán bởi Gamôp và tạo ra Vũ trụ cách đây khoảng 15 tỉ năm. Nhờ sự quan sát trên nhiều bước sóng, từ bước sóng xentimet tới bước sóng milimet, nhiệt độ của bức xạ Vũ trụ hiện nay đo được rất chính xác là 2,735K. Tuy nhà lí thuyết Gamôp tiên đoán nhiệt độ không hoàn toàn chính xác, nhưng cảm nhận trực giác của Ông đã hướng dẫn tới sự phát hiện ra bức xạ phông Vũ trụ. Bức xạ này đẳng hướng phát ra đồng đều từ tứ phía và có đặc tính của một "bức xạ nhiệt", cũng được gọi là bức xạ "vật đen". Vật đen là một khái niệm dùng trong ngành vật lí để chỉ một vật phát xạ khi được hun nóng, như một cục than hồng. Hành tinh cũng như Trái đất hấp thụ bức xạ của Mặt trời nên cũng phát ra bức xạ nhiệt.

11. Vũ trụ nguyên thủy, một máy gia tốc vĩ đại

Trong thuyết Vụ nổ lớn, Vũ trụ giãn nở bắt đầu từ một điểm kì dị. Muốn tính tuổi của Vũ trụ, ta phải lí luận để đi ngược thời gian đến điểm kì dị, lúc tuổi và bán kính của Vũ trụ là số không để làm mốc. Tại điểm này, những định luật của toán lí và thuyết tương đối rộng không áp dụng được. Vật lí hiện đại dựa vào vật lí các hạt đã giúp ta trở lại quá khứ, nhưng chỉ đoán được những sự kiện đã xảy ra bắt đầu từ 10^{-43} (0,00... 001 tức là 42 số không sau dấu phẩy) giây đồng hồ sau vụ nổ ! Con số cực nhỏ này không có ý nghĩa thực tế, song đứng trên phương diện khoa học, nó là mốc cho thời gian trong quá trình tiến triển của Vũ trụ. Thời điểm này được gọi là thời điểm Plăng (Planck, một nhà vật lí học người Đức, thế kỉ 20). Trước đó Vũ trụ ở trong một trạng thái hỗn độn, vì không-thời gian không liên tục mà thăng giáng và chỉ có thể được miêu tả bằng lí thuyết "hấp dẫn lượng tử". Thuyết cơ học lượng tử dùng để nghiên cứu những hiện tượng vật lí trong những môi trường cực kì nhỏ bé, như trong nguyên tử. Tuy nhiên, sự phối hợp thuyết tương đối rộng với cơ học lượng tử là một vấn đề nan giải, chưa hoàn thành được. Ở thời điểm Plăng, kích thước Vũ trụ là 10^{-33} xentimet (độ dài Plăng), nhiệt độ là 10^{32} K và mật độ là 10^{94} gam (1 theo sau bởi 94 số không !) trong một xentimet khối ! Những trị số cực nhỏ và cực lớn này, gọi là trị số Plăng vì được tính ra từ những hằng số cơ bản Plăng, được coi là miêu tả những điều kiện lí hóa ban đầu của Vũ trụ nguyên thủy. Lúc đó Vũ trụ bị tràn ngập bởi những hạt cơ bản có năng lượng cao, như êlectrôn, nơtrinô và quac (quark). Hạt quac với kích thước nhỏ hơn 10^{-17} xentimet hiện nay được coi là thành phần cơ bản nhất của vật chất.

Vật lí Thiên văn có liên hệ chặt chẽ với Vật lí các hạt cơ bản. Mục tiêu của các nhà vật lí là giải thích những hiện tượng xẩy ra trong Vũ trụ bằng sự tương

tác giữa một số hạt cơ bản. Thành phần cơ bản của vật chất gồm có 12 hạt thuộc về loại "fecmiôn" (fermion) như những hạt êleectrôn, nơtrinô và quac. Từ "fecmiôn" được đặt ra để bầy tỏ sự tôn kính đối với nhà bác học người Ý, Fecmi (Fermi). Những hạt này có thể được tạo ra bằng những máy gia tốc trong các phòng thí nghiệm. Phòng máy gia tốc những hạt như êlectrôn và phản hạt pôzitrôn (êlectrôn dương) được phóng ngược chiều nhau với tốc độ cực lớn. Phản hạt có khối lượng bằng khối lượng hạt nhưng có điện tích trái ngược. Những hạt và phản hạt va chạm với nhau và tự hủy để tạo ra những hạt khác có năng lượng cao.

Những hiện tượng Vật lí diễn ra trong Vũ trụ phôi thai không thực hiện được trong phòng thí nghiệm, vì năng lượng máy gia tốc không đủ cao và thời gian tương tác của các hạt trong máy gia tốc không đủ lâu để tạo ra những điều kiện giống như trong Vũ trụ nguyên thủy. Theo cơ học lượng tử thì năng lượng va chạm càng cao bao nhiêu thì khả năng phân giải của máy càng lớn bấy nhiêu, tức là khảo sát được những cấu trúc càng vi mô của vật chất. Máy gia tốc hình vòng của Cộng đồng Âu châu ở Giơnơva (Geneva, Thụy Sỹ) với chu vi 27 kilômet, và năng lượng khoảng 100 tỉ êlectrôn–vôn (100 Gev = 10^{11} ev) cũng chỉ thăm dò được tới kích thước nhỏ như 10^{-16} xentimet, vào thời điểm một phần mười tỉ (10^{-10}) giây sau Vụ nổ lớn. Trước thời điểm đó, các nhà Vật lí phải dựa trên lí thuyết để dự đoán các sự kiện đã xẩy ra. Năng lượng trong Vũ trụ vào thời điểm Plăng ít nhất phải bằng 10^{15} Gev, tức là một vạn tỉ (10^{13}) lần năng lượng của những máy gia tốc hiện đại nhất. Hiện nay, không có kết quả thực nghiệm nào có thể xác minh những dự đoán về kịch bản có thể diễn ra trong Vũ trụ ở thời đại nguyên thủy.

12. Những giây phút đầu tiên của Vũ trụ. Thời đại "lạm phát"

Sau Vụ nổ lớn 10^{-28} giây, một hạt prôtôn chỉ nặng khoảng 10^{-24} gam mà có năng lượng bằng một quả bóng quần vợt đánh ra với tốc độ 100 kilômet một giờ. Vì vậy, Vũ trụ là một phòng thí nghiệm duy nhất để các nhà Vật lí các hạt dồi dào cảm hứng tha hồ khảo chứng lí thuyết của họ. Ngược lại, những mô hình lí thuyết đã được các nhà Vật lí thiên văn sử dụng để giải thích những hiện tượng quan sát trong Vũ trụ. Sau khi nổ, Vũ Trụ giãn nở và nhiệt độ giảm dần. Trong 3 phút sau khi vừa được tạo ra, Vũ trụ tiến hóa rất nhanh với những sự kiện lí hóa kế tiếp nhau dồn dập. Những hạt nhân của nguyên tử hiđrô và hêli là những nguyên tử nhiều nhất trong Vũ trụ đã được sản xuất trong 3 phút đầu. Đó là thời đại quyết định trong quá trình tiến hóa của Vũ trụ cho cả một chục tỉ năm sau. Khoảng một phần triệu (10^{-6}) giây sau Vụ nổ lớn, khi nhiệt độ xuống còn khoảng một vạn tỉ độ (10^{13} K), các hạt cơ bản như prôtôn và nơtrôn tự hủy với các phản hạt của chúng để tạo thành bức xạ. Trong 100 nghìn năm sau, Vũ trụ bị tràn ngập bởi bức xạ gamma có năng lượng cao (thời đại bức xạ). Sau đó, vật chất mới được tạo ra và chi phối bức xạ (thời đại vật chất). Vũ trụ tới đây chỉ như một đám sương mù dày đặc, vì những phôtôn (ánh sáng) va chạm với những êlectrôn nên không di chuyển tự do. Mật độ êlectrôn rất lớn vì những hạt phôtôn có năng lượng cao rứt những êlectrôn ra khỏi những nguyên tử hydrô. Phải đợi 500 nghìn năm sau Vụ nổ, tới khi nhiệt độ Vũ trụ xuống còn 4000 K, êlectrôn (mang điện âm) mới tái hợp với prôtôn (mang điện dương) tạo thành nguyên tử hiđrô (trung tính, không mang điện), và bức xạ mới đứt liên kết với vật chất để có thể truyền một cách tự do trong Vũ trụ. Sự tái hợp làm giảm hẳn mật độ của êlectrôn và chỉ còn một

êlectrôn trên một trăm nghìn nguyên tử hiđrô. Thời đại này được gọi là "thời đại đứt liên kết". Bắt đầu từ thời điểm êlectrôn tái hợp với prôtôn, bức xạ tự do truyền trong Vũ trụ cho tới ngày nay mà không tương tác với vật chất. Chính bức xạ này là "bức xạ 3 K" mà ngày nay các nhà thiên văn học phát hiện và thu được vào kính viễn vọng vô tuyến. Vì Vũ trụ giãn nở nên bức xạ nóng 4000 K ở thời điểm 500 nghìn năm sau Vụ nổ lớn đã nguội dần. Nhiệt độ của nó hiện nay chỉ bằng 2,735 K. Cường độ của bức xạ Vũ trụ mạnh nhất trên những bước sóng vô tuyến milimet.

Những hạt phôtôn có năng lượng cao có thể tạo ra những hạt và phản hạt. Ngược lại, một hạt gặp một phản hạt thì tự hủy biến thành ánh sáng. Nếu sự tạo ra hạt và phản hạt là một hiện tượng đối xứng thì Vũ trụ phải có cả hai loại hạt và phản hạt. Nhưng nếu số lượng của hạt bằng số lượng của phản hạt thì hai loại hạt đã tự hủy hết và Vũ trụ chỉ là một Vũ trụ ánh sáng không có vật chất, thiên hà, sao, hành tinh, thực vật, động vật và chúng ta ngày nay ! Trên thực tế thì Vũ trụ chỉ có vật chất (hạt) mà không có phản vật chất (phản hạt). Lí do là những định luật vật lí chi phối quá trình chế tạo ra các hạt và phản hạt không hoàn toàn cân đối và tạo ra nhiều hạt hơn. Những thí nghiệm trong máy gia tốc cho biết là phản ứng tự hủy giữa các hạt với các phản hạt để dư lại một ít hạt. Sau khi tự hủy, số lượng còn lại của vật chất trong Vũ trụ nguyên thủy chỉ cần nhiều hơn một phần tỉ số lượng của phản vật chất là đủ để tạo ra Vũ trụ vật chất ngày nay.

Những định luật của vật lí để giải thích những hiện tượng thiên nhiên dùng những hằng số cơ bản như kích thước và khối lượng của các hạt như prôtôn, êlectrôn v.v. Nếu những hằng số vật lí hoặc tốc độ giãn nở ban đầu của Vũ trụ chỉ thay đổi một ít thì Vũ trụ đã phát triển khác hẳn Vũ trụ của chúng ta : Vũ trụ hiện nay loãng quá hay đặc quá để các thiên thể và Trái đất có thể hình thành được. Nếu không có sự điều chỉnh rất tinh tế những điều kiện vật lí ban đầu trong lúc Vũ trụ vừa được tạo ra thì hiện nay không có loài người chúng ta để đặt ra những câu hỏi trên. Có nhà vật lí đã nêu quan niệm này thành một nguyên lí : "Vũ trụ như thế vì có chúng ta ở trong". Để thoát ra khỏi bối cảnh phức tạp trên, có người dựa trên tư tưởng siêu hình cho rằng Thượng Đế đã tạo ra Vũ trụ cho chúng ta. Các nhà vật lí thì đưa ra một số đề nghị độc đáo về Vũ trụ nguyên thủy dựa trên lí thuyết của vật lí các hạt. Họ đề nghị vào thời điểm 10^{-36} giây sau khi được tạo ra, Vũ trụ giãn nở cực nhanh theo hàm số mũ trong một thời gian cực nhỏ. Trong thời gian này gọi là thời đại "lạm phát", kích thước của Vũ trụ tăng lên ít nhất 10^{30} lần ! Sau đó Vũ trụ tiếp tục giãn nở chậm gần như tỉ lệ với thời gian trong hàng tỉ năm. Giả thuyết Vũ trụ trải qua một thời đại lạm phát có thể giải quyết được một số vấn đề. Chẳng hạn, như ta đã biết phông Vũ trụ có nhiệt độ đồng đều phát ra từ các hướng. Nếu thế, nhiệt độ Vũ trụ nguyên thủy cũng phải đồng đều. Dựa trên quan điểm khoa học mà nói thì việc lựa chọn rất hạn chế điều kiện ban đầu khó thực hiện được. Ngược lại, ta có thể hình dung một mô hình Vũ Trụ nguyên thủy, trong đó tuy có những điều kiện vât lí ban đầu khác nhau và không đồng đều, nhưng đã phát triển tới trạng thái Vũ trụ đồng đều ta quan sát thấy hiện nay. Chính sự giãn nở lạm phát ban đầu đã san phẳng phần nào sự không đồng đều của Vũ trụ. Lí thuyết lạm phát còn giải thích được tại sao Vũ trụ hiện nay lại phẳng, tức là có bán kính rất lớn, 3×10^{23} kilômet, tức là 30 tỉ năm ánh sáng. Cũng theo lí thuyết này, nếu Vũ trụ nguyên thủy không giãn nở rất nhanh trong thời gian lạm phát thì Vũ trụ hiện nay chỉ bằng một hạt bụi !

Thuyết Vụ nổ lớn không giải thích được hết các sự kiện quan sát trong Vũ trụ và đang được các nhà Vật lí thiên văn có nhiều cảm hứng phát triển và bổ sung.

13. Nguyên tố trong Vũ trụ. Hóa học nguyên thủy

Vũ trụ nguyên thủy rất nóng chỉ có các hạt cơ bản như êlectrôn, prôtôn, nơtrôn, phôtôn và nơtrinô. Prôtôn mang điện dương là hạt nhân của hiđrô, nơtrôn không có điện tích nhưng có khối lượng hơi lớn hơn khối lượng prôtôn. Êlectrôn có điện tích âm với khối lượng chỉ khoảng một phần 2000 khối lượng prôtôn. Phôtôn là hạt ánh sáng và nơtrinô không có khối lượng và không có điện tích. Vài phút sau khi Vũ trụ được tạo ra bởi Vụ nổ lớn, nhiệt độ của Vũ trụ xuống còn khoảng một tỉ độ. Lúc đó, các hạt prôtôn và nơtrôn mới tổng hợp thành những hạt nhân đơteri (hiđrô nặng) gồm có một prôtôn và một nơtrôn. Sau đến lượt các hạt hêli có hai prôtôn và hai nơtrôn được tổng hợp. Những nguyên tử nguyên thủy này có rất ít prôtôn và nơtrôn nên gọi là phân tử nhẹ.

Một hiện tượng quan sát củng cố giả thuyết Vụ nổ lớn là kết quả đo độ giầu của các nguyên tố nhẹ. Trong quá trình tổng hợp các nguyên tố trong Vũ trụ thời nguyên thủy, chỉ có những nguyên tố nhẹ như đơteri, hêli, và liti (liti có 3 prôtôn và 4 nơtrôn) là được tạo ra. Những tính toán lí thuyết tiên đoán có khoảng 25 phần trăm các hạt prôtôn và nơtrôn được tổng hợp để biến thành hêli. Nguyên tố hêli được quan sát thấy trong Thiên hà của chúng ta và trong nhiều thiên hà khác. Mỗi khi quan sát ta thấy, tỉ lệ hêli không thay đổi từ thiên thể này sang thiên thể khác và bao giờ cũng đồng đều là 25 phần trăm. Kết quả quan sát này chứng minh là hêli được chế tạo ra bởi Vụ nổ lớn. Trái lại, độ giầu của những nguyên tử nặng hơn hêli như cacbon, silic và sắt thay đổi rất nhiều tùy theo các thiên thể. Lý do là những nguyên tử nặng chỉ được tạo ra trong những ngôi sao qua những phản ứng tổng hợp nhiệt hạch. Trong những vụ sao nổ, vật chất trong sao bắn ra môi trường giữa các sao rồi ngưng tụ lại để tạo thành những ngôi sao thế hệ thứ hai chứa các nguyên tử nặng.

14. Sự hình thành các thiên hà. Những vết nứt của Vũ trụ

Vũ trụ có hàng trăm tỉ thiên hà trong mỗi thiên hà có hàng chục tỉ sao. Thiên hà tụ thành những quần thiên hà và sao thành những quần sao. Ta tự hỏi nếu Vũ trụ đồng đều thì các thiên thể, nơi tập trung của vật chất đã được tạo ra từ đâu ? Trái lại nếu Vũ trụ không đồng đều thì những nơi vật chất tập trung ngày càng đặc và co lại do sức hút của khối lượng vật chất để tạo thành các thiên thể. Như ta đã biết, 500 nghìn năm sau khi được tạo ra, Vũ trụ trở nên trong sáng vì ánh sáng được tách ra khỏi vật chất và tự do truyền trong Vũ trụ từ thời điểm đó tới nay. Phông Vũ trụ mà ta đo được hiện nay phải mang dấu tích của Vũ trụ nguyên thủy. Đặc biệt nó phải cho ta biết là Vũ trụ nguyên thủy có đồng đều hay không. Từ khi được phát hiện năm 1964, phông Vũ trụ được đo kĩ lưỡng trong 25 năm. Dựa trên các kết quả quan sát, các nhà vật lí thiên văn nhận định rằng Vũ trụ nguyên thủy đồng đều. Họ rất phân vân không biết giải thích một cách thỏa đáng vấn đề tạo ra các thiên hà. Cho đến ngày 18 tháng 11, năm 1989, một vệ tinh của Mỹ đặt tên là Côbê (COBE, Cosmic Background Explorer ; Kính thăm dò phông Vũ trụ) đã được phóng lên ở độ cao 900 kilômet. Sau một năm hoạt động vệ tinh Côbê người ta đã quan sát thấy phông Vũ trụ không hẳn đồng đều. Cường độ của bức xạ tăng giảm một cách hỗn độn từ vùng trời này sang vùng trời khác. Vũ trụ lớn

nhổn như những cụm sữa bột không tan trong nước khi chưa quấy đều (hình 12). Tuy nhiên sự chênh lệch của cường độ từ hướng này so với hướng khác rất nhỏ, chỉ khoảng 3 phần mười vạn (3×10^{-5}) độ. Những "vết nứt" của Vũ trụ là di thể để lại từ khoảng 15 tỉ năm, vào thời đại lạm phát (xem mục 12). Những thiên hà đã được hình thành từ những "hạt giống" đó.

Trường hấp dẫn ở những nơi bức xạ tập trung tương đối mạnh hơn nên vật chất ngưng tụ để sau này tạo thành những thiên hà. Có một giả thuyết dựa trên lí thuyết của vật lí các hạt được đề ra để giải thích tại sao trong Vũ trụ nguyên thủy lại có những nơi mà vật chất tập trung. Các hạt tương tác với nhau dưới ảnh hưởng của những lực cơ bản như "lực điện từ", "lực hạt nhân" và "lực hấp dẫn" (lực hút các vật thể). Lực của điện và từ trường đã được phối hợp trong lí thuyết "điện từ học". Ngay sau khi được tạo ra, Vũ trụ rất nóng và đặc. Theo các nhà Vật lí lí thuyết thì trong môi trường này, sự tương tác do lực điện từ và lực hạt nhân đều đối xứng, tức là giống nhau và có thể miêu tả bằng một lí thuyết độc nhất gọi là lí thuyết "Đại thống nhất". Các nhà lí thuyết kể cả Anhxtanh cho rằng lực hấp dẫn cũng có thể được hợp nhất cùng những lực trên trong khuôn khổ một lí thuyết đại cương hơn gọi là lí thuyết "Siêu thống nhất" tới nay vẫn chưa thực hiện được. Khi nhiệt độ giảm xuống, những tương tác trở thành khác nhau và không đối xứng nữa. Sự chuyển từ pha đối xứng sang pha không đối xứng, xẩy ra trong khoảng một phần triệu giây sau Vụ nổ lớn. Trong quá trình giảm nhiệt độ. Vũ trụ trở thành không đồng đều và bị nứt nẻ. Năng lượng và vật chất được tập trung ở những nơi có "khuyết tật" làm cho vật chất bị sụp do sức ép của lực hấp dẫn. Những địa điểm này là nôi của các thiên hà đầu tiên được hình thành vài tỉ năm sau. Có khi khuyết tật chạy theo một đường dài và được gọi là "dây vũ trụ". Ta có thể hình dung khái niệm trừu tượng kể trên như trạng thái của nước trên mặt hồ ở những vùng có khí hậu khắc nghiệt, rất nóng và rất lạnh. Vào đầu mùa đông, mặt hồ bắt đầu đóng băng và sự thay đổi từ pha nước đến pha băng làm mặt hồ nứt nẻ.

15. Mô hình Vũ trụ và "chất đen"

Ta tự hỏi Vũ trụ là một không gian vô tận hay có giới hạn ? Để trả lời câu hỏi những nhà vật lí dùng phương trình Anhxtanh để tính kích thước của Vũ trụ ở từng thời điểm tùy theo năng lượng của Vũ trụ. Phương trình này phức tạp và chỉ giải được trong một số trường hợp đơn giản. Sự giãn nở của Vũ trụ bị chi phối bởi lực hấp dẫn trong Vũ trụ. Nếu mật độ vật chất trong Vũ trụ cao thì lực hấp dẫn tạo ra sức hút đủ mạnh để cản trở sự giãn nở của Vũ trụ làm cho Vũ trụ co lại và có giới hạn. Ngược lại nếu mật độ vật chất thấp thì Vũ trụ cứ tiếp tục giãn nở mãi. Muốn đề cập vấn đề này, ta phải dùng khái niệm "độ cong của không gian".

Để đơn giản hóa, ta lấy thí dụ một không gian hai chiều như một tờ giấy có thể bẻ cong được. Một không gian không có độ cong là một mặt phẳng trên tờ giấy với một hình học mà ta thường dùng, gọi là hình học Ơclit. Một tính chất của hình học này là khoảng cách gần nhất giữa hai điểm A và B là đường thẳng nối hai điểm đó (hình 13a). Bất cứ một đường thẳng nào trên mặt phẳng đều không có giới hạn và dẫn tới vô tận. "Không gian phẳng" không có độ cong là một "không gian mở". Loại không gian thứ hai là "không gian hipebôlôit" có độ cong âm. Nếu ta cắt một mảnh không gian này thì nó giống cái yên ngựa (hình 13b). Nếu ta đi

theo đường thẳng AB trên mặt cong hipebôlôit thì ta sẽ đi mãi không trở về được điểm A, giống trong trường hợp không gian phẳng. Không gian hipebôlôit cũng là một "không gian mở". Loại không gian thứ ba là không gian cong thành hình cầu (độ cong dương). Trong không gian này, khoảng cách ngắn nhất giữa A và B là cung vòng tròn nối hai điểm A, B và có tâm là tâm của quả cầu (hình 13c). Nếu ta đi trên đường vòng từ điểm A qua điểm B và cứ tiếp tục đi nữa thì ta lại trở về điểm A, chứ không đi tới vô tận. "Không gian hình cầu" có độ cong dương là một "không gian đóng".

Những thí dụ đơn giản trên cho ta nhận thức rằng không gian có thể khác nhau tùy độ cong. Trong một Vũ trụ phẳng, mật độ trung bình của vật chất hiện nay phải là khoảng 10^{-29} gam trong một xentimet khối, tức là khoảng 5 nguyên tử hiđrô trong một mét khối ! Mật độ này được gọi là "mật độ tới hạn" vì năng lượng của lực hấp dẫn của vật chất trong Vũ trụ phẳng vừa đúng cân bằng với năng lượng động lực của sự giãn nở của Vũ trụ. Vũ trụ này cứ giãn nở mãi và là một "Vũ trụ mở" không có biên giới. Kích thước của Vũ trụ giãn ra theo một đường "parabôn" (hình 14a). Nếu mật độ thấp hơn mật độ tới hạn thì lực hấp dẫn yếu hơn động lực. Vũ trụ cũng là "Vũ trụ mở" giãn nở mãi, nhưng kích thước của Vũ trụ tăng theo một đường "hypebôn" tức là giãn nở nhanh hơn trường hợp trên và mở nhiều hơn (hình 14b). Trường hợp thứ ba là nếu mật độ cao hơn mật độ tới hạn thì lực hấp dẫn chi phối động lực làm Vũ trụ giãn ra đến một thời điểm rồi co lại cho đến lúc chỉ còn nhỏ như một hạt cơ bản, giống trong thời nguyên thủy. "Vũ trụ đóng" này (độ cong dương) có biên giới và co giãn tuần hoàn theo đường "elip" (hình 14c). Muốn chọn xem mô hình nào thích hợp nhất trong thực tế, thì ta phải ước lượng mật độ của Vũ trụ hiện nay. Theo kết quả quan sát những thiên hà kể cả vật chất giữa các sao thì mật độ của khối lượng phát bức xạ hiện nay trong Vũ trụ nhỏ hơn mật độ tới hạn. Như vậy ta có xu hướng cho rằng Vũ trụ là một Vũ trụ mở sẽ giãn nở không ngừng và kích thước tăng theo luật hypebôn. Tuy nhiên, có nhiều bằng chứng là trong Vũ trụ có nhiều vật chất không phát bức xạ và không quan sát thấy gọi là "chất đen" (dart matter).

Vấn đề chất đen được đặt ra sau khi một số nhà Vật lí thiên văn nhận định rằng sự tự quay và sự chuyển động của các thiên hà trong các quần thiên hà không giải thích được bằng lực hấp dẫn của vật chất quan sát thấy. Tính toán bằng động lực học, họ khẳng định rằng phải có vật chất mà họ không quan sát thấy, gọi là chất đen (vì không "nhìn thấy"), chi phối sự quay và sự chuyển động của những thiên thể. Có lí thuyết cho rằng 90 phần trăm khối lượng của Vũ trụ là chất đen không phát hiện được. Vật chất ta quan sát thấy chỉ là một thành phần rất nhỏ của vật chất trong Vũ trụ. Tuy nhiên dù kể cả số lượng vật chất đen và vật chất quan sát được, mật độ của Vũ trụ hiện nay chỉ mới bằng một phần năm mật độ tới hạn. Nghĩa là Vũ trụ có nhiều khả năng là một Vũ trụ mở và giãn nở vô tận. Những mô hình Vũ trụ không đơn giản và sự tìm kiếm chất đen là một vấn đề đang được quan tâm tới và chưa được giải quyết dứt khoát. Nếu Vũ trụ sẽ giãn nở mãi thì vật chất loãng và nguội đi dần. Ngược lại, nếu Vũ trụ sẽ co lại thì mật độ và nhiệt độ sẽ tăng. Định mệnh của Vũ trụ chưa được biết rõ ràng. Trong cả hai trường hợp những điều kiện lí hóa trên Trái đất đều sẽ thay đổi và sẽ không còn thích hợp với đời sống của sinh vật. Dù sao, quá trình tiến triển của Vũ trụ rất chậm và kéo dài hàng chục tỉ năm nên không có ảnh hưởng cụ thể đến đời sống trên Trái đất.

16. Sự tìm kiếm chất đen. Thấu kính hấp dẫn

Một trong những thành phần của chất đen có thể là những "sao lùn nâu". Loại thiên thể này ở trong trạng thái nửa sao, nửa hành tinh. Chúng chỉ nặng bằng một phần nghìn lần sao loại Mặt trời nhưng có kích thước tương tự như hành tinh lớn nhất trong Hệ Mặt trời, hành tinh Mộc. Vì khối lượng quá nhỏ nên sao lùn nâu không tạo được những phản ứng nhiệt hạch và chỉ phát ra một ít bức xạ trong vùng hồng ngoại. Những lỗ đen khổng lồ cũng là một thành phần của chất đen vì có trường hấp dẫn cực lớn nên thu hút tất cả các vật, kể cả các hạt ánh sáng. Vì không quan sát trực tiếp được những thiên thể không phát bức xạ nên các nhà Vật lí thiên văn phải dựa trên thuyết tương đối rộng của Anhxtanh để phát hiện những tác động của chất đen. Như đã trình bầy, theo lí thuyết này trường hấp dẫn của một thiên thể có khối lượng làm cong không thời - gian và làm trệch những tia ánh sáng của một ngôi sao chiếu từ đằng sau thiên thể. Đồng thời nếu thiên thể có mật độ rất lớn, nó có thể khuếch đại bức xạ của sao như một thấu kính tập trung ánh sáng của một ngọn đèn. Thiên thể "đen" tuy không phát bức xạ nhưng đóng vai trò một "thấu kính hấp dẫn". Chẳng hạn, thiên thể "thấu kính" là một sao lùn trong Thiên hà của chúng ta và khuếch đại ánh sáng của một ngôi sao trong một thiên hà xa hơn. Muốn thực hiện quan sát này, thiên thể thấu kính phải cùng hướng với một ngôi sao trong một thiên hà khác, chẳng hạn thiên hà Magienlăng (Magellan), một thiên hà ở bầu trời nam bán cầu gần thiên hà của chúng ta nhất (hình 15). Chính nhà vật lí học Anhxtanh đã đề cập đến khả năng quan sát này từ năm 1936 nhưng không tin là có thể thực hiện được ý muốn của mình. Vì rất ít hy vọng có một thiên thể nhỏ như một sao lùn nâu trong Thiên hà của chúng ta ở đúng cùng hướng quan sát với một ngôi sao trong thiên hà Magienlăng. Năm 1990 gần 30 nhà Vật lí thiên văn và vật lí các hạt cơ bản tại Pháp đã được huy động để cùng nhau thực hiện quan sát này. Trong 3 năm liền họ dùng một kính viễn vọng đường kính một met có phạm vi nhìn rộng của đài thiên văn cộng đồng Âu châu đặt tại Chi Lê để quan sát khoảng 5 triệu ngôi sao trong thiên hà Magienlăng. Các nhà khoa học đã sử dụng những phương tiện hiện đại như máy thu ánh sáng rất nhậy dùng trong ngành Vật lí các hạt cơ bản và kĩ thuật tự động xử lí tín hiệu của đài Thiên văn Paris. Họ kiên nhẫn đợi như một người đi câu có nhiều cá mà cá không cắn câu ! Đến cuối năm 1993, sau khi xử lí một phần số liệu, họ phát hiện được hai hiện tượng "thấu kính hấp dẫn". Độ sáng của mỗi ngôi sao trong thiên hà Magienlăng tăng hẳn vì có thiên thể đen, có lẽ là một sao lùn nâu trong vòng cầu Thiên hà của chúng ta, đang chuyển động qua trước mặt và khuếch đại bức xạ trong khoảng 3 tuần lễ (hình 16). Sự phát hiện dù chỉ hai sự kiện "thấu kính hấp dẫn" đã chứng tỏ trong Thiên hà của chúng ta có những thiên thể không phát ra bức xạ. Tuy sự phát hiện được hai sao lùn nâu trong vòng cầu chung quanh Thiên hà của chúng ta là một thành tựu kĩ thuật lớn, nó chưa giải quyết được vấn đề mật độ của chất đen trong Vũ trụ, vì số thiên thể đen phát hiện được hãy còn quá ít ỏi. Mới đây, có lí thuyết cho rằng sự khuếch đại bức xạ của sao trong thiên hà Magienlăng có thể không phải do sao lùn nâu trong vòng cầu của Thiên hà của chúng ta mà chính là do một ngôi sao thông thường khác trong thiên hà Magienlăng.

Một số nhà thiên văn cho rằng những đám khí rất lạnh, nhiệt độ 3 độ Kenvin, trong đó chủ yếu chỉ có phân tử hiđrô cũng có thể là những chất đen trong vòng cầu bao quanh các thiên hà. Nhiều nhà Vật lí hạt cơ bản cho rằng có những hạt

cơ bản kì lạ chưa tìm thấy hoặc các hạt nơtrinô, nếu chúng có khối lượng, cũng có thể là những thành phần của chất đen. Vấn đề chất đen trong Vũ trụ và vấn đề nơtrinô có khối lượng hay không vẫn đang được tranh luận sôi nổi.

17. Những kính viễn vọng hiện đại

Những thiên thể phát bức xạ trên nhiều bước sóng, từ bức xạ gamma có bước sóng ngắn nhất (khoảng 10^{-12} xentimet), tới tia X, tia tử ngoại, bức xạ khả kiến, tia hồng ngoại và sóng vô tuyến có bước sóng dài nhất (10^4 xentimet). Tập hợp toàn bộ bức xạ phát ra theo bước sóng (tần số) được gọi là phổ điện từ (hình 17). Một phần lớn bức xạ trong phổ phát từ Vũ trụ không truyền được tới các kính viễn vọng đặt trên mặt đất. Vì các nguyên tử và phân tử trong khí quyển hấp thụ những bức xạ có bước sóng ngắn như bức xạ γ (gamma), tia X và tia tử ngoại. Tia hồng ngoại bị chặn bởi những phân tử nước và cacbon điôxit. Bức xạ vô tuyến với bước sóng dài hơn 30 met bị phản chiếu trở lại không gian bởi tầng điện li. Tầng khí quyển này ở vào độ cao giữa 50 tới 100 kilômet và bị iôn hóa bởi tia X và tia tử ngoại từ Mặt trời chiếu xuống. Nhờ có những tầng khí quyển chung quanh Trái đất nên sinh vật mới được che chở khỏi bị ảnh hưởng tai hại của tia tử ngoại. Nhưng cũng vì vậy mà bầu trời không hoàn toàn trong sáng để chúng ta quan sát Vũ trụ trong toàn vẹn phổ điện từ. May sao, khí quyển có hai lỗ hổng thường gọi là hai "cửa sổ" trong phổ để ta có thể nhìn thấy sao và quan sát những thiên thể từ mặt đất bằng kính viễn vọng. Đó là phổ trong vùng khả kiến có bước sóng giữa 0,35 micrômet và 1 micrômet (10^{-4} xentimet). Cửa sổ thứ hai trong vùng sóng vô tuyến ở những bước sóng giữa 0,1 xentimet và 3000 xentimet.

Kính viễn vọng thường được đặt trên đỉnh núi cao 2000 tới 4500 mét, nơi khí quyển loãng hơn trên mặt đất để đạt được những tiêu chuẩn quan sát tốt (hình 18). Kính viễn vọng lớn nhất hiện nay tên là Kêch (Keck) của Mỹ có đường kính 10 met đặt trên mỏm núi Môna Ke (Mauna Kea) cao 4200 met trên quần đảo Haoai (Hawai). Những kính viễn vọng thế hệ mới đã được làm theo kĩ thuật hiện đại, dùng những thiết bị quang học để loại trừ những tác động nhiễu loạn của khí quyển làm nhòa ảnh thiên thể. Trong lúc quan sát có một hệ thống tự động dùng máy tính để điều chỉnh sự méo mó dù cực nhỏ của viễn kính. Khi nhằm từ hướng này sang hướng khác mặt gương của kính có thể thay đổi ít nhiều so với mặt gương lí tưởng vì sức nặng của nó. Để điều chỉnh dễ, mặt gương của viễn kính Kếch gồm có 36 gương nhỏ ghép vào nhau thành một mặt gương 10 mét (hình 19). Ngoài ra, kính còn có những thiết bị thu ánh sáng rất nhậy làm bằng chất bán dẫn. Trong tương lai sẽ có một kính Kêch thứ hai cũng có đường kính 10 met đặt trên mỏm núi Môna Ke.

Cộng đồng Châu Âu cũng đang làm một kính viễn vọng tên là VLT (Very Large Telescope ; Kính viễn vọng rất lớn) có đường kính 8 met sẽ đặt tại Chi Lê để quan sát bầu trời nam bán cầu. Địa điểm quan sát này ở độ cao 2500 met trong một vùng sa mạc cách thủ đô Xantiagô 1000 kilômet về phía bắc. Khi hoàn thành hệ thống quan sát VLT sẽ có bốn kính 8 met. Cả bốn sẽ hoạt động đồng thời và các tín hiệu sẽ được tương giao với nhau thành một hệ thống giao thoa có giới hạn phân giải nhỏ để nhìn rõ những chi tiết của những thiên thể rất xa. Đỉnh núi được san bằng thành một mặt phẳng có diện tích 25000 met vuông để có chỗ đặt các viễn vọng kính. Giới hạn phân giải của một viễn kính là góc nhỏ nhất giữa hai điểm mà kính có thể tách biệt được. Kính càng lớn bao nhiêu thì giới hạn phân

giải (mục 20) càng nhỏ bấy nhiêu. Giới hạn phân giải của mắt chúng ta vào khoảng 40 giây. Nếu nhìn bằng mắt trần, ta có thể nhìn thấy những chi tiết nhỏ bằng ngọn lửa của một cây nến cách xa ta 100 met. Với một viễn kính 8 met có giới hạn phân giải 0,015 giây, ta có thể nhìn thấy ngọn lửa đó cách xa ta 270 kilômet. Những kính viễn vọng với đường kính 8 tới 10 met được dùng để quan sát những thiên hà có độ dịch chuyển về phía đỏ z lớn (z khoảng 3 – 4) tức là cách rất xa ta (mục 8).

Muốn tìm hiểu những điều kiện lí hóa trong Vũ trụ, các nhà thiên văn phải quan sát nhiều vùng sóng trong phổ điện từ. Những kính viễn vọng và vô tuyến viễn vọng được phóng ra ngoài khí quyển bằng vệ tinh để quan sát trên bước sóng tia gamma, X, tử ngoại, hồng ngoại và sóng vô tuyến ngắn. Để đỡ tốn kinh phí, cũng có một số viễn kính được đặt trên những máy bay và khinh khí cầu chuyên quan sát Vũ trụ (hình 20). Tuy nhiên, vì lí do kĩ thuật kích thước của những viễn kính phóng lên cao bị giới hạn. Ngày 24 tháng 4 năm 1990, tàu vũ trụ con thoi "Dixcôvơri" (Discovery) đã chở và phóng kính viễn vọng Hơpbơn có đường kính 2,4 met ở độ cao 610 kilômet để quan sát trong vùng phổ tử ngoại và khả kiến. Vì không được kiểm tra kĩ lưỡng trước khi phóng, nên mặt gương của viễn kính vũ trụ có khuyết điểm do hiện tượng quang sai, tức là các tia bức xạ rọi vào gương không tập trung vào một tiêu điểm làm cho hình thiên thể bị nhòa. Trong chuyến bay của tàu Vũ trụ con thoi Enđêvơ (Endeavour) tháng 12 năm 1993, một đoàn bẩy nhà du hành vũ trụ lắp thêm thiết bị quang học vào viễn kính Hơpbơn để sửa lại khuyết điểm và tăng thêm hiệu suất của kính. Công việc trùng tu viễn kính đã đạt được kết quả mỹ mãn bất ngờ, vượt quá mọi sự mong đợi của các nhà khoa học. Vì được trùng tu tốt và vì không bị nhiễu bởi khí quyển của Trái đất, viễn kính Hơpbơn có một giới hạn phân giải lí tưởng khiến hình ảnh chụp thiên thể rất sắc nét (hình 21). Viễn kính có thể quan sát những thiên hà xa chúng ta tới ít nhất 12 tỉ năm ánh sáng. Như ta đã biết, những thiên hà đầu tiên đã được tạo ra khoảng vài tỉ năm sau vụ nổ nguyên thủy cách đây khoảng 15 tỉ năm. Nghĩa là dùng viễn kính vũ trụ Hơpbơn, ta có khả năng đi ngược lại thời gian gần tới thời điểm Vũ trụ vừa được tạo ra. Với viễn kính Hơpbơn, các nhà Vật lí thiên văn có thể thu được bức xạ của những thiên hà xa xăm thế hệ đầu tiên. Một trong những nhiệm vụ của viễn kính Hơpbơn là nghiên cứu nguồn gốc của Vũ trụ.

Cuối năm 1995, cộng đồng Âu châu dự định phóng một vệ tinh trong đó có một viễn kính 60 xentimet đường kính để quan sát trong vùng hồng ngoại. Vệ tinh ISO (Infrared Space Observatory ; Đài thiên văn vũ trụ hồng ngoại) là một đài thiên văn ở ngoài Trái đất có nhiệm vụ tìm kiếm các thiên hà ở thời điểm chúng đang sinh nở và chỉ phát ra bức xạ hồng ngoại vì các ngôi sao chưa hình thành. Vệ tinh cũng có thể thu được bức xạ rất yếu của những sao lùn nâu phát ra trên bước sóng hồng ngoại để tìm hiểu chất đen trong Vũ trụ. Ngoài ra vệ tinh ISO còn có khả năng phát hiện ra những nguyên tử và phân tử trong môi trường giữa các sao trong các thiên hà. Nhiên liệu được cung cấp đủ để vệ tinh ISO hoạt động trong 18 tháng.

Một phần tử tối quan trọng trong sự tìm hiểu Vũ trụ ngoài những dụng cụ hiện đại là chính bản thân những người nghiên cứu thiên văn (hình 20). Họ phải có trí óc giầu tưởng tượng để nghĩ ra những đề tài quan sát độc đáo và làm nhiều mô hình phức tạp tính bằng máy tính trong công việc giải thích những hiện tượng trong Vũ trụ. Nhà thiên văn học Pháp, Lơ Veriê (Le Verrier) ở thế kỉ thứ 19 đã làm một mô hình để giải thích những biến đổi kì dị của quỹ đạo của hành tinh

Thiên Vương (Uranus). Mô hình của ông tiên đoán có một hành tinh chưa ai biết nhưng chính nó là nguyên nhân của sự biến đổi quỹ đạo của Thiên Vương. Một đồng nghiệp của ông là nhà thiên văn người Đức Galơ (Galle) dùng viễn kính quan sát đúng theo hướng xác định bởi Lơ Veriê và tìm ra hành tinh Hải Vương (Neptune).

Điều kiện khí tượng xấu như mây, mưa, gió bão tuyết thường làm gián đoạn công việc quan sát. Mô hình mà nhà thiên văn học mất công làm ra đôi khi không thích hợp nên phải hủy bỏ hoặc cải tiến. Đức tính kiên trì và khiêm tốn là một yếu tố quan trọng trong công trình nghiên cứu Vũ trụ.

18. Sự tìm kiếm những hành tinh ngoài Hệ mặt trời

Các sao trong thiên hà cũng trải qua những giai đoạn sinh tử như nhân loại trên Trái đất. Những kết quả nghiên cứu thiên văn khoảng 15 năm gần đây cho biết là các hệ sao cùng các hành tinh quay chung quanh (như Hệ mặt trời của chúng ta) đã được cấu tạo từ một đám mây trong đó có khí và bụi. Đám mây vừa quay vừa sụp xuống vì sức hút của lực hấp dẫn của vật chất trong mây (hình 22a). Sau vài chục nghìn năm, vật chất dần dần tập trung ở giữa tạo thành một tinh vân dày đặc và dẹt như một cái bánh giầy (hình 22b). Ở trung tâm tinh vân nơi mật độ cao nhất, một ngôi sao nguyên thủy được hình thành. Vì mới "ra đời", sao chưa nóng nên chỉ phát ra bức xạ ở miền hồng ngoại. Lúc đó sao phát ra một luồng gió gọi là "gió sao". Sao tiếp tục co lại và nóng dần trở thành một sao sáng tỏ (hình 22c). Vật chất ở phía ngoài tinh vân ngưng tụ và đọng lại thành một vòng đai nơi những hành tinh sẽ được tạo ra và quay chung quanh ngôi sao. Khí của tinh vân bị hút bởi lực hấp dẫn của những hành tinh lớn vừa được hình thành và tạo ra tầng khí quyển bao bọc hành tinh. Vật chất còn lại bị gió sao thổi và tan rã dần. Vì ánh sáng của ngôi sao làm lóa mắt nên rất khó phát hiện những hành tinh chung quanh, cũng như ta muốn nhìn thấy một ngọn nến lờ mờ đặt sát bên cạnh một bóng đèn sáng rực. Dùng kĩ thuật quan sát rất cầu kì để che ánh sáng sao, các nhà thiên văn đã chụp được ảnh vòng đai bụi chung quanh ngôi sao Bêta Pictoris, cách xa ta 53 năm ánh sáng, trong chòm sao Hội giá (giá vẽ) (hình 23). Bụi trong vòng đai là những vụn còn lại trong quá trình hình thành của hệ sao. Ngôi sao chiếu sáng vòng đai và hun ấm những hạt bụi nên vòng đai phát ra nhiều tia hồng ngoại, đặc trưng của bức xạ nhiệt (mục 10).

Hệ mặt trời có 9 hành tinh quay trên những quỹ đạo hình elip nằm xấp xỉ trên một mặt phẳng (hình 24). Các hành tinh Thủy (Mercure), Kim (Venus), Trái đất và Hỏa (Mars) đã được tạo ra gần Mặt trời nơi nhiệt độ cao. Thành phần vật chất của bốn hành tinh này là đá và kim khí chịu được nóng nên không bốc thành khí. Các hành tinh Mộc (Jupiter), Thổ (Saturne), Thiên Vương (Uranus), Hải Vương (Neptune) và Diêm Vương (Pluton) được tạo ra ở vùng phía ngoài tinh vân nguyên thủy, cách xa Mặt trời nơi nhiệt độ thấp. Các hành tinh Mộc và Thổ là hai hành tinh khổng lồ có nhiều khí và nặng hơn hàng trăm lần Trái đất. Hành tinh có những vệ tinh quay chung quanh cũng như Mặt trăng là vệ tinh của Trái đất. Vệ tinh Iô, một trong những vệ tinh của hành tinh Mộc, có những núi lửa phun vật chất lên tới độ cao 300 kilômet (hình 25). Vệ tinh Iô chịu ảnh hưởng của lực hấp dẫn của hành tinh Mộc và những vệ tinh khác như Trái đất chịu ảnh hưởng của sức hút của Mặt trăng và Mặt trời tạo ra nước thủy triều lên xuống. Cho nên, cấu trúc của vệ tinh Iô bị biến dạng và vật chất lỏng ở dưới vỏ vệ tinh bị hút ra ngoài

và tạo ra những núi lửa rải rác trên mặt vệ tinh. Vì xa Mặt trời nên nhiệt độ trung bình trên vệ tinh Iô chỉ khoảng âm 143 độ C. Nhiệt độ núi lửa trên Iô cũng chỉ khoảng 77 độ C, rất thấp so với nhiệt độ vật chất phun ra bởi những núi lửa trên Trái đất.

Sự tìm kiếm các hệ sao có hành tinh không dễ dàng. Hiện nay, chưa có hành tinh nào được phát hiện ngoài những hành tinh trong Hệ Mặt trời. Không phải vì thế mà ta có thể kết luận rằng Hệ Mặt trời và Trái đất chúng ta ở là hệ sao duy nhất có hành tinh. Kế hoạch thăm dò các hệ sao trong Thiên hà của chúng ta đang được xúc tiến. Trong hệ sao, những hành tinh bị lực hấp dẫn của sao chi phối và di chuyển theo những quỹ đạo nhất định chung quanh sao. Ngược lại, lực hấp dẫn của hành tinh tuy rất yếu nhưng cũng ảnh hưởng tới quỹ đạo của sao trong hệ. Nếu ta theo dõi sự chuyển động của một ngôi sao và nhận thấy quỹ đạo của nó thay đổi chút ít, thì ngôi sao có khả năng có "đồng hành" không nhìn thấy. Đó là phương pháp phát hiện gián tiếp các hành tinh. Để sự phát hiện các hành tinh được đơn giản phần nào, các nhà thiên văn chỉ theo dõi những sao đơn và loại trừ những cặp sao đôi để tránh tác động của sao đồng hành. Thí dụ nếu ta quan sát một hệ sao như Hệ Mặt trời cách xa ta 30 năm ánh sáng (3.10^{14} kilômet) thì trong thời gian 12 năm, sao chỉ "nhúc nhích" trên dưới một phần nghìn (10^{-3}) giây, do tác động của hành tinh Mộc. Sự thay đổi quỹ đạo tuy nhỏ nhưng nằm trong khả năng đo đạc hiện đại.

Một hành tinh tương tự như hành tinh Mộc trong một hệ sao chỉ sáng bằng một phần tỉ (10^{-9}) sao. Nhưng nếu ta quan sát trong vùng sóng hồng ngoại (bước sóng 10 micrômet) thì cường độ xạ của hành tinh là một phần triệu (10^{-6}) cường độ bức xạ của sao, tức là hành tinh tương đối sáng hơn một nghìn lần. Cho nên sự tìm kiếm hành tinh có dễ dàng một phần nào trong lĩnh vực những bước sóng hồng ngoại. Sự tìm kiếm trực tiếp các hành tinh được tập trung vào những hệ sao loại Hệ mặt trời trong đó hành tinh được hình thành từ vật chất trong đai chung quanh ngôi sao. Vòng đai của hệ sao trong chòm Hội giá (hình 23) lớn bằng sáu lần Hệ mặt trời. Khí quyển của đai cũng phát ra những vạch phân tử như metan, axetilen, hơi nước có thể phát hiện được trên những bước sóng hồng ngoại và vô tuyến. Sự phát hiện những hành tinh lớn như hành tinh Mộc trong các hệ sao khác có thể thực hiện bằng những kính viễn vọng loại lớn, đường kính 8 tới 10 met, như kính Kếch hay VLT và kính vũ trụ Hơpbơn. Khí quyển của Trái đất và chính kính viễn vọng cũng phát bức xạ hồng ngoại làm nhiễu xạ thu được từ thiên thể. Đã có đề án đặt một trạm quan sát trên Mặt trăng nơi mật độ của khí quyển và nhiệt độ thấp để phát hiện những hành tinh nhỏ loại Trái đất của chúng ta.

19. Quá trình tiến hóa của các ngôi sao

Các ngôi sao cũng như các động vật và thực vật trải qua thời kì ấu niên, trưởng thành và lão suy. Sao sinh ra từ một đám mây có khí và bụi. Để duy trì sự sống, sao đốt nhiên liệu như hiđrô, hêli, cacbon v.v... bằng những phản ứng tổng hợp nhiệt hạch phát ra rất nhiều năng lượng. Có những sao tiết kiệm nhiên liệu nên sống được tới 10 tỉ năm. Đó là trường hợp Mặt trời, tuổi hiện nay khoảng 4,5 tỉ năm và còn tồn tại được 5,5 tỉ năm nữa. Mỗi giây đồng hồ, Mặt trời tiêu thụ hàng triệu tấn nguyên liệu hiđrô để chế biến thành năng lượng ánh sáng cần thiết cho đời sống của vạn vật trên Trái đất.

Quá trình tiến hóa của những ngôi sao không giống nhau. Sao loại Mặt trời trước khi bị tiêu hủy phun ra những vật chất tạo thành một vỏ khí và bụi bao bọc chung quanh sao. Hiện tượng này gọi là "gió sao". Bức xạ của sao chiếu và iôn hóa những nguyên tử hiđrô trong vỏ sao. Khí iôn hóa phát ra bức xạ nhiệt tạo thành một tinh vân có vầng sáng (hình 26). Vỏ sao loãng dần và tan rã ra "môi trường giữa các sao". Trong khi đó, lõi sao nguội dần và trở thành một "sao lùn trắng" với kích thước tương tự như kích thước Trái đất nhưng không phát ra bức xạ. Những loại sao khổng lồ nặng ít nhất bằng năm lần Mặt trời tiêu thụ quá nhiều nhiên liệu nên chỉ sống được tới mươi triệu năm và kết liễu cuộc đời một cách đột ngột, nổ tung thành sao siêu mới (hình 27). Nguyên nhân của sự nổ là lực do phản ứng nhiệt hạch tạo ra trong sao không đủ để chống lại sức hút của lực hấp dẫn nên sao bị sụp. Áp lực trong lõi sao trở nên lớn và vật chất bị ép biến thành các hạt nơtrôn. Sao Nơtrôn quay và trở thành một punxa (pulsar) phát ra những tín hiệu thu được trong miền sóng vô tuyến. Vật chất phun hoặc bắn ra ngoài làm thay đổi thành phần hóa học của môi trường giữa các sao và sẽ là mầm mống trong sự cấu tạo ra những ngôi sao thế hệ sau.

20. Thiên văn vô tuyến và những dãy ăngten khổng lồ

Thế kỉ thứ 17 là một kỉ nguyên của thiên văn học nhờ có sự phát minh ra kính viễn vọng bởi Galilê và những thành tựu khoa học lớn của Kêple và Niutơn về lực hấp dẫn. Thiên văn học đã bước một bước dài từ chiêm tinh học để trở thành một ngành khoa học tự nhiên. Vật lí hoc khởi đầu từ khi các nhà thiên văn học giải thích được sự chuyển động của các thiên thể. Sau họ tìm tòi nghiên cứu năng lượng Mặt trời và các ngôi sao cùng nguồn gốc của Vũ trụ. Thiên văn vô tuyến là một ngành khoa học mới phát triển giữa thế kỉ thứ 20. Các nhà thiên văn vô tuyến dùng những ăngten để thu tín hiệu phát ra bởi các thiên thể trên những bước sóng vô tuyến. Muốn nghiên cứu những điều kiện lí hóa trong một thiên thể, không những ta phải quan sát bức xạ khả kiến mà còn phải thu bức xạ trong vùng bước sóng khác của phổ điện từ, như các tia X, tử ngoại, hồng ngoại và vô tuyến. Mỗi loại bức xạ phát ra do một cơ chế vật lí cá biệt. Chẳng hạn, quan sát bức xạ khả kiến để nghiên cứu sao và khí iôn hóa trong những thiên hà. Thành phần bụi chỉ phát ra bức xạ hồng ngoại. Phân tử trong những đám mây đen trong môi trường giữa các sao phát ra bức xạ vô tuyến. Bức xạ phông Vũ trụ 2,7K mạnh nhất trên bước sóng vô tuyến 3 milimet. Các nhà thiên văn vô tuyến có thể quan sát cả ban ngày lẫn ban đêm vì bức xạ vô tuyến của Mặt trời không làm nhiễu xạ của các thiên thể. Hơn nữa, bức xạ phát trên những bước sóng vô tuyến xentimet không bị cản trở bởi nước mưa, nên công việc quan sát không phụ thuộc vào thời tiết.

Năm 1932, ông Giăngsơki (Jansky) làm việc tại công ty điện thoại Mỹ, Benlơ (Bell) tình cờ phát hiện ra bức xạ vô tuyến đầu tiên từ Vũ trụ tới. Đó là bức xạ phát ra bởi dải Ngân hà. Sau chiến tranh thế giới thứ hai, ngành thiên văn vô tuyến bắt đầu phát triển nhờ kĩ thuật chế tạo ra những ăngten rađa và máy thu tín hiệu vô tuyến. Cường độ bức xạ vô tuyến thu được từ các thiên thể vào kính viễn vọng chỉ khoảng một phần triệu nghìn tỉ (10^{-18}) oát, cực nhỏ so với cường độ một bóng đèn điện 60 oát ta thường dùng để đọc sách ! Cho nên những ăngten dùng trong ngành vật lí thiên văn phải rất lớn và bộ phận thu tín hiệu phải thật nhậy để

hứng" từng hạt phôtôn. Những nhà thiên văn đã thu được những nguồn bức xạ vô tuyến của Hệ Mặt trời, các vì sao, tinh vân trong Ngân hà, các thiên hà và chuẩn sao (quasar) xa lắc. Nhờ những phương tiện quan sát trên bước sóng vô tuyến mà đã có những phát hiện bất ngờ như punxa, một loại sao quay và phát xạ như một hải đăng. Một thành tựu lớn của thiên văn vô tuyến phát hiện năm 1965 là bức xạ phông Vũ trụ. Đó là một yếu tố quan trọng củng cố thuyết Vụ nổ lớn tạo ra Vũ trụ. Vài năm sau, các nhà thiên văn vô tuyến đã tìm thấy trong dải Ngân hà nhiều phân tử trong đó có cả phân tử hữu cơ phức tạp. Nhưng phân tử hữu cơ này là những mẩu của axit amin trong chất đạm (protein), chất đặc trưng của sự sống. Sự phát hiện ra phân tử trong Vũ trụ là một sự kiện quyết định trong công việc nghiên cứu những đám mây đen và đặc không quan sát thấy từ trước.

Kính viễn vọng dùng trong ngành thiên văn vô tuyến là ăngten như rađa có thể theo dõi thiên thể quay trên vòm trời (hình 28). Tín hiệu phát ra từ các thiên thể thu được trong kính viễn vọng vô tuyến tương tự như tiếng ồn nghe thấy trong máy thu thanh. Ta phải chế ra những máy thu và máy khuếch đại tín hiệu dùng điốt siêu dẫn có rất ít tiếng ồn để làm nổi bật tín hiệu của thiên thể (hình 32). Các bộ phận thu tín hiệu phải để trong một bình ướp lạnh bằng khí hêli để giảm tiếng ồn do thiết bị phát ra (hình 29). Số liệu được xử lí bằng máy tính và tín hiệu vô tuyến chuyển thành hình ảnh vẽ trên màn hình (hình màu ngoài bìa). Muốn cho ảnh thiên thể hiện rõ trên màn hình, nhà thiên văn phải "chụp ảnh" thiên thể thật lâu bằng cách theo dõi thiên thể hàng giờ. Cũng như một nhà nhiếp ảnh phải chọn một tốc độ đóng mở thật chậm khi đối tượng tối để nhiều ánh sáng lọt vào ống kính. Máy tính còn được dùng để điều khiển kính viễn vọng tự động quay tới hướng ngắm.

Bức xạ vô tuyến có bước sóng ngắn, bước sóng milimet, bị hấp thụ bởi hơi nước trong khí quyển. Những kính viễn vọng milimet thường đặt trên núi cao tại những địa điểm khô như những kính quan sát trong lĩnh vực khả kiến. Sự quan sát trên những bước sóng dài, sóng xentimet và met thường bị ảnh hưởng của nhiễu xạ nhân tạo như rađa và những hệ thống truyền hình qua các vệ tinh. Những đài thiên văn vô tuyến thường đặt ở những địa điểm hẻo lánh xa trung tâm công nghiệp. Một Ủy ban Quốc tế được thành lập và dành riêng một số vùng sóng trong phổ điện từ cho các nhà thiên văn vô tuyến. Những vùng phổ này có nhiều vạch phân tử mà các nhà thiên văn học thường quan sát. Trên nguyên tắc không ai được phát những bước sóng trong những vùng phổ bất khả xâm phạm này. Trên thực tế, vẫn có nhiễu xạ một phần vì quyết định của Ủy ban Quốc tế không được tôn trọng hoàn toàn, một phần vì các máy thu bức xạ Vũ trụ ngày càng nhạy.

Kính viễn vọng vô tuyến có đường kính rất lớn từ 10 tới 300 met. Hiện nay có khoảng 40 kính viễn vọng vô tuyến trên thế giới. Vì mặt ăngten không cần mịn như mặt gương của các viễn kính dùng trong vùng sóng khả kiến nên ăngten lớn dễ làm hơn mặt gương lớn. Vả lại giới hạn phân giải (mục 17) trên bước sóng vô tuyến kém hơn trên bước sóng khả kiến. Nếu ta muốn có giới hạn phân giải (khả năng phân tách được những chi tiết nhỏ) của vô tuyến viễn kính tương tự như giới hạn phân giải của một gương 10 met trong vùng khả kiến, thì kích thước ăngten phải lớn 10 kilômet ! Với kĩ thuật hiện đại, ta không chế tạo được một ăngten khổng lồ như thế. Tuy nhiên, ta có thể đạt được giới hạn phân giải tốt như một ăngten khổng lồ 10 kilômet bằng cách dùng hai ăngten nhỏ đặt cách xa nhau 10 kilômet và hoạt động tương quan với nhau theo phương pháp giao thoa. Nguyên

tắc của phương pháp này là trộn tính hiệu thu được từ mỗi ăngten với nhau. Theo những định luật quang học thì sự trộn tín hiệu làm tăng khả năng phân giải của viễn kính. Trên thực tế, một dãy ăngten thường được sử dụng để tăng thêm cả độ nhạy của hệ thống giao thoa. Hệ thống ăngten VLA (Very Large Array, dãy ăngten cực lớn) gồm có 27 ăngten, mỗi ăngten có đường kính 25 met, đặt tại tiểu bang Niu Mechxicô (New Mexico ở Hoa Kỳ) hoạt động trên những bước sóng xentimet và milimet. Những ăngten của hệ thống VLA được xếp đặt theo quỹ đạo hình chữ Y (hình 30). Khoảng cách tối đa giữa những ăngten khoảng 35 kilômet. Hệ thống giao thoa VLA có giới hạn phân giải tương đương với một ăngten có đường kính 35 kilômet và có khả năng phân tách được những chi tiết nhỏ bằng ngọn nến cách xa ít nhất 4 kilômet. Khoảng cách giữa những ăngten càng xa bao nhiêu thì chi tiết của thiên thể càng rõ bấy nhiêu. Mỗi năm có hơn 500 nhà Vật lí thiên văn trên khắp thế giới sử dụng dãy ăngten VLA. Hiện nay có một mạng lưới giao thoa quốc tế dùng khoảng một chục ăngten cách xa nhau hàng nghìn kilômet, đặt trên các lục địa để có những giới hạn phân giải thật nhỏ. Có những đề án của Nga, Nhật và cộng đồng Âu châu dự định phóng những ăngten quay trên quỹ đạo quanh Trái đất để tăng khoảng cách giữa những ăngten dùng quan sát những thiên hà và chuẩn sao xa lắc có kích thước góc cực nhỏ. Những hệ thống giao thoa này có khả năng phân tách những chi tiết nhỏ bằng một ngọn nến đặt trên Mặt trăng.

21. Những nguồn bức xạ vô tuyến

Mặt trời là ngôi sao gần ta nhất nên phát ra một nguồn bức xạ vô tuyến rất mạnh. Khí quyển Mặt trời bị iôn hóa và phát ra bức xạ nhiệt. Nhiệt độ thay đổi từ 6000 K tới một triệu độ K, tùy theo độ cao trong khí quyển Mặt trời. Tầng khí quyển thấp của Mặt trời phát ra sóng milimet và tầng khí quyển cao phát ra bức xạ trên bước sóng met. Có khi bức xạ bùng lên từ những "vết đen" nơi tập trung của vật chất và từ trường trong Mặt trời. Cường độ bức xạ thay đổi theo một chu kì 11 năm. Trong thời gian hoạt động tối đa của Mặt trời, có nhiều vết đen và nhiều vụ bùng nổ trên Mặt trời.

Những vụ nổ sao siêu mới đã được quan sát thấy từ đời thượng cổ và đã được ghi rõ trong lịch sử phương Đông và phương Tây. Như ta đã biết, những ngôi sao khổng lồ đến giai đoạn cuối cùng trong quá trình tiến hóa thì sụp đổ biến thành sao siêu mới. Vật chất trong vỏ sao bắn ra ngoài môi trường giữa các sao với tốc độ hàng nghìn kilômet một giây. Khi bùng nổ, sao siêu mới sáng bằng một chục tỉ lần Mặt trời. Năng lượng phát ra tương đương với một nghìn vạn triệu triệu tỉ (10^{28}) quả bom nguyên tử 2 nghìn tấn TNT (đơn vị chất nổ trinittrô tôluen (trinitrotoluen) thả xuống thành phố Hirôxima trong chiến tranh thế giới thứ hai. Sóng xung kích tạo ra bởi vụ nổ truyền ra môi trường giữa các sao và làm tăng mật độ của vật chất và của từ trường ở vùng lân cận. Vết tích của sao siêu mới phun ra những hạt êlectrôn có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng. Electrôn bị bẫy trong từ trường chuyển động trên những đường xoắn ốc theo dọc những đường sức của từ trường và phát ra bức xạ xincrôtrôn rất mạnh trên những bước sóng vô tuyến. Khí quyển chung quanh vụ nổ bị hun nóng tới hàng chục triệu độ nên phát ra tia X, là bức xạ dùng trong y học để soi các bộ phận trong cơ thể. Người ta ước lượng rằng cứ độ 50 đến 100 năm lại có một sao nổ trong Ngân hà. Tinh vân

Cua (hình 27) là vết tích của sao siêu mới phát hiện năm 1054 (hình 5), mang số M1 trong danh mục các tinh vân thiết lập bởi nhà thiên văn Metxiê (Messier) ở thế kỉ thứ 18. Giữa tinh vân có một punxa là lõi sao còn lại sau vụ nổ. Sao siêu mới cũng đã được tìm thấy trong nhiều thiên hà khác.

Ngày 23 tháng 2 năm 1987, một sao siêu mới đã được phát hiện trong thiên hà Magienlăng trên bầu trời nam bán cầu và được đặt tên là SN1987A (SN là chữ viết tắt của chữ Supernova, sao siêu mới, theo sau là năm phát hiện). Thiên hà Magienlăng là thiên hà gần thiên hà của chúng ta nhất với khoảng cách 172 nghìn năm ánh sáng. Đó cũng là một dịp hiếm có mà ta có thể nhìn thấy vụ sao nổ bằng mắt thường. Ngày 8 tháng 1 năm 1994, viễn kính Vũ trụ Hơpbơn sau khi được hồi phục bởi các nhà du hành Vũ trụ đã chụp vết tích của sao siêu mới SN1987A. Vòng đai vật chất đang dãn nở ra môi trường giữa các sao với tốc độ 12200 kilômet một giây. Sau 7 năm, đường kính của vòng đai dãn ra được 2,7 nghìn tỉ kilômet, tức là rộng bằng 230 lần đường kính của Hệ Mặt trời. Gần đây, ngày 29 tháng 3 năm 1993, một nhà thiên văn nghiệp dư người Tây Ban Nha đã tìm thấy một sao siêu mới trong thiên hà Metxiê 81, cạnh thiên hà Tiên Nữ, khoảng cách là 2 triệu năm ánh sáng.

Trong quá trình sinh trưởng của sao, vật chất trong sao được chế biến do những phản ứng hạt nhân. Vụ nổ của những sao già phun vật chất ra ngoài có khả năng thay đổi thành phần hóa học của môi trường giữa các sao. Do đó, sao thế hệ sau được tạo ra từ những đám mây nhiễm đầy vật chất của sao thế hệ trước. Sao siêu mới có ảnh hưởng quan trọng tới quá trình tiến hóa của những nhà thiên hà.

Những thiên thể quan sát thấy trong vùng phổ khả kiến như những tinh vân và thiên hà cũng phát ra bức xạ nhiệt (mục 25) và bức xạ xincrôtrôn (mục 3) cùng những vạch nguyên tử và phân tử (mục 26 và 27) trên vùng sóng vô tuyến.

22. Punxa, một đồng hồ thiên nhiên chính xác

Sau khi sao bùng nổ, khí và bụi bay ra ngoài trong khi lõi sao co lại và tạo ra một sức ép rất mạnh làm cho êlectrôn thấm vào hạt nhân và kết hợp với prôtôn để thành nơtrôn. Trung tâm lõi sao nơtrôn biến thành chất "siêu lỏng" không nhớt. Sao nơtrôn có đường kính vài chục kilômet nhưng nặng khoảng bằng Mặt trời. Một xentimet khối vật chất trong sao nặng hàng tỉ tấn ! Một số các nhà Vật lí thiên văn, dựa trên lí thuyết, đã tiên đoán rằng có khả năng có loại sao này ở trung tâm các sao siêu mới. Từ trường cũng bị ép sau khi sao sụp đổ và trở nên rất lớn, khoảng 10^{12} gaoxơ (gauss), tức là bằng một nghìn tỉ lần từ trường trên Trái đất. Sao nơtrôn tự quay rất nhanh, tốc độ có thể lớn tới 640 vòng một giây ! Chu kì quay rất ngắn từ vài phần nghìn đến một giây đồng hồ, lôi theo cả từ trường. Trục của từ trường không cùng hướng với trục quay của sao (hình 31). Sao nơtrôn quay và tạo ra một điện trường làm tăng tốc độ các hạt mang điện tích như êlectrôn và iôn lên gần bằng tốc độ ánh sáng. Những hạt này tập trung ở hai vùng cực của sao và bị bẫy trong từ trường. Bức xạ phát ra trong một chóp nón có góc rất nhỏ theo hướng của trục từ trường. Tia bức xạ quay theo sao như một hải đăng phát ra từng xung. Mỗi khi tia bức xạ hướng về phía Trái đất thì ta có thể thu được những đợt xung vào viễn kính vô tuyến (hình 32). Thiên thể này được gọi là punxa (pulsar tức là pulsating star, sao xung).

Punxa đầu tiên được tình cờ phát hiện năm 1967 bởi hai nhà Vật lí thiên văn người Anh, cô Benlơ (Bell) và ông thày của cô là ông Hiuysơ (Hewish) làm việc tại Đại học Cămbritgiơ (Cambridge). Bức xạ vô tuyến họ thu được trên bước sóng 3,7 met phát ra từng xung có nhịp rất đều. Mới đầu một số các nhà khoa học nghi đó là thông điệp của một nền văn minh nào trong Vũ trụ ! Sau một thời gian tìm hiểu, nguyên nhân huyền bí của bức xạ punxa đã được giải thích bằng cơ chế phát xạ của sao nơtrôn. Punxa đầu tiên được đặt tên là CP 1919 (CP là chữ viết tắt của chữ "Cambridge pulsar" còn những số là tọa độ của nó trên vòm trời). Giải thưởng Nôben năm 1974 đã được trao cho nhà thiên văn Hiuysơ. Lúc đó, khoảng một trăm punxa đã được phát hiện bởi các nhà thiên văn trên thế giới. Tuổi của punxa chỉ vào khoảng vài triệu năm nên những thiên thể này tương đối trẻ so với Mặt trời (5 tỉ năm). Punxa quay chậm dần vì phải dùng một phần năng lượng quay để phát xạ. Punxa ở trung tâm sao siêu mới, vết tích của vụ sao nổ năm 1054 tạo ra Tinh vân Cua, mỗi tháng chỉ quay chậm đi một phần triệu giây. Nếu ta loại trừ độ chậm do cơ chế phát xạ, ta có thể đo được chu kì quay thực chất của punxa. Chu kì này rất ổn định nên punxa có một nhịp quay chính xác hơn cả những đồng hồ nguyên tử dùng để làm mẫu giờ, chỉ sai vài phần triệu giây (10^{-6} giây) một năm.

Cũng trong mùa hè năm 1974, một nhà thiên văn vô tuyến người Mỹ Tailo (Taylor) cùng một sinh viên của ông là Hơnsơ (Hulse) dùng kính vô tuyến của đài thiên văn Arêxibô (Arecibo) để nghiên cứu về punxa. Trong vùng sóng xentimet thì kính này lớn nhất hoàn cầu. Cả một lòng chảo (vùng trũng) hình cái bát có đường kính 300 met ở miền núi đảo Poctô Ricô đã được lát bằng một mạng lưới sắt để làm thành một ăngten khổng lồ. Hai nhà thiên văn Tailo và Hơnsơ dùng vô tuyến viễn kính này phát hiện được một punxa rất đặc biệt trong chòm sao Thiên Ưng (Aquila ; loại chim ưng để đi săn). Punxa đặt tên là PSR 1913 + 16 có chu kì 59 mili giây, tức là punxa quay được 17 vòng mỗi giây đồng hồ. Punxa này khác với những punxa đã phát hiện ra trước ở chỗ là nhịp của xung thay đổi, tăng giảm tuần hoàn. Hai nhà khoa học khẳng định rằng punxa này có một ngôi sao đồng hành, tuy không quan sát thấy, nhưng gián tiếp xuất hiện bằng cách làm nhiễu chu kì của punxa. Trong hệ sao đôi, sao nơtrôn của punxa quay chung quanh một sao nơtrôn khác, như một cặp người nhẩy múa (hình 33). Hai sao quay chung quanh nhau được một vòng trong 7 giờ 45 phút. Những hệ sao đôi có rất nhiều trong dải Ngân hà. Tuy nhiên, sự phát hiện ra một hệ sao đôi trong đó sao đồng hành là một punxa là một sự kiện bất ngờ. Vì như ta đã biết, punxa được tạo ra do một vụ nổ (sao siêu mới) kết thúc cuộc đời của ngôi sao. Ta khó hình dung được hệ sao đôi có thể tồn tại sau vụ nổ mà không bị phá vỡ. Hai nhà khoa học nhận thức rằng sự phát hiện của họ vô cùng quan trọng, hệ sao punxa đôi này có khả năng là một phòng thí nghiệm thiên nhiên hiếm có để xác minh thuyết tương đối rộng của Anhxtanh (mục 8). Vì trường hấp dẫn của hệ sao đôi rất mạnh nên những hiệu ứng của thuyết tương đối dễ phát hiện được. Sau khi theo dõi quan sát liên tục punxa PSR 1913+16 (PRS là pulsating star, sao xung) và kiên nhẫn thu lượm số liệu trong 14 năm, họ đã tính được rất chính xác những đặc tính của quỹ đạo của punxa và sao nơtrôn đồng hành và khối lượng của chúng. Punxa và sao nơtrôn đồng hành nặng xấp xỉ bằng nhau với khối lượng bằng 1,4 khối lượng Mặt trời. Bức xạ của sao đồng hành không thu được vì Trái đất không ở trong hình nón phát xạ của nó. Sự thay đổi chu kì khi punxa chuyển động chung quanh sao nơtrôn là do

tương tác rất chặt chẽ giữa hai thiên thể đặc và nặng trong một trường hấp dẫn rất lớn. Trong trường hợp này, hệ sao đôi phát ra "bức xạ hấp dẫn" (cũng gọi là sóng hấp dẫn"). Theo thuyết tương đối của Anhxtanh, khi một vật thể nặng chuyển động trong một trường hấp dẫn thì phát bức xạ hấp dẫn. Vì punxa phát sóng hấp dẫn nên mất năng lượng, quỹ đạo của punxa và của sao nơtrôn nhỏ dần. Hai thiên thể ngày càng quay gần nhau và chu kì của punxa chuyển động trên quỹ đạo ngày càng ngắn đi. Theo thuyết tương đối, nếu punxa phát sóng hấp dẫn thì mỗi năm chu kì phải giảm 75 miligiây (0,075 giây) đúng như kết quả quan sát được. Lần đầu tiên, sóng hấp dẫn tiên đoán bởi thuyết tương đối đã được phát hiện, tuy một cách gián tiếp, trong một "phòng thí nghiệm vũ trụ". Sóng hấp dẫn rất yếu nên chưa thu được trực tiếp trong các phòng thí nghiệm trên Trái đất, mặc dầu các nhà vật lí đã dùng những máy móc tối tân và quan sát lâu năm. Mười chín năm sau khi phát hiện ra punxa đôi PSR 1913+16, hai nhà Vật lí thiên văn Hơnsơ và Tailo đã được trao tặng giải Nôben vật lí năm 1993, thưởng cho công trình nghiên cứu của hai ông về lực hấp dẫn trong Vũ trụ.

Năm 1982, một loại punxa mới có chu kì quay rất ngắn, khoảng một phần nghìn giây, gọi là "punxa miligiây" đã được phát hiện. Punxa này già hơn những punxa có chu kì dài, tuổi vào khoảng 100 triệu năm. Punxa miligiây có chu kì ngắn nhất là 1,5578 miligiây tức là tốc độ tự quay của nó là 642 vòng một giây ! Những punxa này lúc trước thuộc những hệ sao đôi. Punxa dần dần hút hết khí quyển của sao đồng hành. Hiện tượng này có thể ví như một luồng gió lốc thổi và làm tăng tốc độ quay của punxa, nên chu kì quay giảm xuống. Quỹ đạo của punxa và sao hẹp dần và sau cùng sao đồng hành bị "nuốt" bởi punxa. Chu kì quay của punxa miligiây ổn định hơn cả những đồng hồ nguyên tử và là những mẫu giờ rất chính xác. Cũng vì lí do này mà các nhà thiên văn có ý định dùng loại punxa miligiây để phát hiện sóng hấp dẫn từ Vũ trụ phát ra. Vì khi sóng hấp dẫn truyền tới vị trí của punxa thì chu kì punxa bị nhiễu và thay đổi. Punxa miligiây là một dụng cụ thiên nhiên dùng để phát hiện sóng hấp dẫn. Hiện nay, một số nhà thiên văn đang cố gắng tạo ra một hệ thống quốc tế đo giờ chính xác để thực hiện thí nghiệm này. Sóng hấp dẫn còn được phát ra chung quanh những lỗ đen và dây vũ trụ (mục 14) nơi trường hấp dẫn rất lớn.

13. Lỗ đen, một vực thẳm không đáy

Lỗ đen là loại thiên thể kỳ lạ nhất trong Vũ trụ và được tạo ra trong trí óc của các nhà vật lí lí thuyết. Sau khi sao tiêu thụ gần hết nhiên liệu thì năng lượng hạt nhân không còn đủ để ngăn cản lực hấp dẫn làm sao co lại. Trường hấp dẫn ngày càng lớn và không – thời gian chung quanh sao ngày càng cong (mục 7 và 8). Không – thời gian cong đến mức các hạt phôtôn (hạt ánh sáng) phát từ sao chuyển động theo đường cong của không – thời gian phải quay trở lại mặt sao, cũng như một quả bóng ta ném lên không trung rồi rơi xuống mặt đất vì bị hút bởi trường hấp dẫn của Trái đất. Lúc đó sao co tới một kích thước "tới hạn" và các hạt ở trong sao phải có tốc độ lớn hơn cả tốc độ ánh sáng mới thoát ra khỏi trường hấp dẫn và truyền ra ngoài được. Vì không có vật nào chuyển động nhanh hơn tốc độ ánh sáng nên vật chất cũng như ánh sáng đều bị vây trong sao. Thiên thể này như chờ đợi mồi kể cả ánh sáng bén mảng đến chung quanh để lôi cuốn vào trong lòng như vào trong một vực thẳm nên được gọi là "lỗ đen" (black hole) (hình 34).

Thiên thể càng nặng bao nhiêu thì kích thước tới hạn càng lớn bấy nhiêu. Một thiên thể nặng bằng Mặt trời có kích thước tới hạn khoảng một kilômet. Tức là một ngôi sao như Mặt trời có đường kính một triệu kilômet có thể trở thành một lỗ đen nếu sao sụp đổ đến lúc đường kính của sao chỉ còn một kilômet. Tuy nhiên không phải thiên thể nào cũng kết thúc cuộc đời thành lỗ đen. Đến giai đoạn cuối cùng trong quá trình tiến hóa, loại sao như Mặt trời sẽ phun hết khí quyển ra môi trường giữa các sao và để lại một lõi sao có đường kính khoảng mười nghìn kilômet. Kích thước này lớn hơn kích thước tới hạn (1 kilômet) của Mặt trời nên sao như Mặt trời không thể trở thành lỗ đen. Những sao này sẽ trở thành sao lùn trắng. Những sao nặng bằng khoảng bốn, năm lần Mặt trời thì bùng nổ thành sao siêu mới và lõi sao co lại đến mức những hạt êlectrôn và prôtôn bị nén liền với nhau thành những hạt nơtrôn. Chỉ có những sao nặng bằng khoảng tám, mười lần Mặt trời thì có thể co mãi cho tới khi đạt tới kích thước tới hạn và trở thành lỗ đen. Lúc đó một xentimet khối trong lõi sao nặng bằng khoảng cả Trái đất (10^{22} tấn) ! Mật độ trung bình của Mặt trời chỉ là 1 gam trong một xentimet khối. Lỗ đen càng nhỏ thì mật độ càng lớn và càng bẻ cong không – thời gian. Có lí thuyết dự đoán có những lỗ đen bé tí hon bằng hạt prôtôn (kích thước 10^{-13} xentimet) nhưng nặng bằng một tỉ (10^9) tấn đã được tạo ra trong Vũ trụ nguyên thủy. Lỗ đen tí hon rất nóng và tự hủy dần xong cuối cùng nổ tan. Những thiên thể kì dị này dù có thật nhưng cũng chưa phát hiện được.

Vì lỗ đen thu hút cả ánh sáng của nó, nên không nhìn thấy và rất khó phát hiện được. Tuy nhiên những tác động do lỗ đen tạo ra có những tính chất rất đặc biệt và là những yếu tố tiêu biểu cho sự hiện diện của nó. Nếu lỗ đen thuộc một hệ sao đôi thì hút khí quyển của sao đồng hành. Khí bị hút và cuộn như gió lốc thành hình một cái đĩa chung quanh lỗ đen. Đĩa khí bị hun nóng tới hàng triệu độ nên phát tia X. Những vùng trong Vũ trụ phát ra nhiều tia X có khả năng chứa những lỗ đen. Những vệ tinh chuyên quan sát trên những sóng tia X đã được phóng ra ngoài khí quyển Trái đất để phát hiện những nguồn phát tia X trong Vũ trụ. Những hệ sao nơtrôn đôi cũng phát tia X. Như đã trình bầy ở trên, ta có thể đo được khối lượng của hai sao trong hệ sao đôi. Nếu là sao nơtrôn thì khối lượng của sao chỉ vào khoảng năm lần khối lượng Mặt trời. Nếu thiên thể nặng hơn phát ra tia X thì có nhiều khả năng nguồn X là một lỗ đen. Một nguồn tia X tên là Xichnuxơ X1 (Cygnus X1) của hệ sao đôi trong chòm sao Thiên Nga được coi là một lỗ đen nặng ít nhất bằng tám lần Mặt trời. (Trong thiên văn học, người ta thường dùng khối lượng Mặt trời làm đơn vị đo khối lượng các thiên thể). Nhân các thiên hà và chuẩn sao, cũng gọi là quada nơi tập trung nhiều năng lượng thường chứa những lỗ đen khổng lồ. Trung tâm giải Ngân Hà của chúng ta, nơi phát ra nhiều bức xạ xincrôtrôn, có một lỗ đen nặng bằng một triệu lần Mặt trời nhưng kích thước chỉ nhỏ bằng vài nghìn lần đường kính Mặt trời. Lỗ đen là một thiên thể vừa nặng vừa gọn, không cồng kềnh.

Theo thuyết tương đối, một tia bức xạ truyền qua bên cạnh một vật có khối lượng thì dịch chuyển về phía đỏ do ảnh hưởng của trường hấp dẫn. Đó là sự dịch chuyển về phía đỏ do hiệu ứng Anhxtanh (mục 8). Nếu vật vừa nặng vừa gọn, tức là nếu khối lượng của nó càng lớn và kích thước càng nhỏ thì độ dịch chuyển về phía đỏ càng cao. Một thiên thể như Mặt trời, tuy nặng (2×10^{27} tấn) nhưng cồng kềnh (đường kính 1,4 triệu kilômet) chỉ tạo ra độ dịch chuyển về phía đỏ rất nhỏ.

Một thiên thể nặng bằng Mặt trời nhưng gọn, chỉ có đường kính 6 kilômet, thì độ dịch chuyển về phía đỏ trên mặt thiên thể trở thành vô tận. Thiên thể này không thể bức xạ được vì tất cả phổ điện từ đều dịch chuyển về vô tận, phía những bước sóng dài. Đó chính là trường hợp của lỗ đen.

24. Thiên hà

Kết quả quan sát của vệ tinh COBE cho biết là bức xạ phông Vũ trụ thăng giáng từ hướng này sang hướng khác tỏ ra Vũ trụ nguyên thủy không đồng đều (mục 14). Ở những địa điểm cường độ bức xạ tương đối cao hơn trung bình, thì mật độ vật chất và trường hấp dẫn cũng tăng. Vật chất chung quanh bị thu hút bởi trường hấp dẫn và ngưng tụ thành những đám mây nguyên thủy. Trường hấp dẫn mạnh dần và quá trình thu hút ngày càng bành trướng tạo thành những đám mây đủ các cỡ. Những đám mây có khối lượng bằng 100 tỉ (10^{11}) khối lượng Mặt trời là mầm mống của những thiên hà. Sau cùng, đám mây sụp đổ do sức nặng của nó và đồng thời quay nên dẹt hẳn xuống. Đám mây phân tán ra nhiều mảnh thành sao và vật chất giữa các sao để tạo ra hệ thiên hà. Cả hệ thiên hà quay chung quanh trục thẳng góc với mặt phẳng thiên hà. Thực tế thì sự cấu tạo ra những thiên hà là một quá trình phức tạp, do sự cạnh tranh của ba hiện tượng : lực hấp dẫn làm co đám mây nguyên thủy để vật chất có thể ngưng tụ ; áp lực của khí trong đám mây chống lại sự co ; sự giãn nở của Vũ trụ làm loãng đám khí và cản trở vật chất ngưng tụ. Việc tìm hiểu sự hình thành của thiên hà vẫn đang là một vấn đề nghiên cứu có tính thời sự.

Về mặt hình thức, Hơpbơn chia thiên hà làm ba loại. Những thiên hà dẹt có hình dạng những cánh tay xoắn ốc như Thiên hà của chúng ta gọi là những "thiên hà xoắn ốc". Loại thứ hai là những thiên hà hình elip không dẹt bằng thiên hà xoắn ốc và không có tay, nên gọi là những "thiên hà elip". Loại thứ ba là những thiên hà như hai thiên hà Magienlăng (gọi là "Đám mây lớn" và "Đám mây nhỏ"), không có hình đặc biệt trông như những đám mây gọi là những "thiên hà không đều". Hình những thiên hà mà ta nhìn thấy, chính là hình chiếu của thiên hà trên nền trời. Độ nghiêng giữa mặt phẳng của thiên hà và nền trời khác nhau từ thiên hà này tới thiên hà khác. Nếu thiên hà nhìn trước mặt thì hình thiên hà là một hình tròn trông rõ những cánh tay xoắn ốc (hình 43a). Nếu thiên hà nghiêng trên nền trời thì những cánh tay xoắn ốc bị che và ta chỉ nhìn thấy một hình dẹt (hình 35). Thiên hà của chúng ta là loại thiên hà xoắn ốc, có đường kính 90 nghìn năm ánh sáng và nặng bằng khoảng 100 tỉ Mặt trời. Hệ mặt trời nằm trong một cánh tay xoắn ở rìa Thiên hà, cách trung tâm vào khoảng hai phần ba bán kính, tức là 30 nghìn năm ánh sáng (hình 15). Đó là hình ảnh của Thiên hà của chúng ta nhìn thấy bởi những "người" (nếu có) ở một thiên hà khác (hiện nay chưa chứng minh là có sinh vật ngoài Hệ Mặt trời). Vì chúng ta ở trong Thiên hà nên không có tầm mắt rộng và chỉ nhìn được hình chiếu của từng khúc Thiên hà trên vòm trời, dưới hình dạng một vệt nhạt trong đó có nhiều sao gọi là dải Ngân hà (hình 36). Cũng như ta đứng trong một khu rừng thì chỉ nhìn thấy đầy cây mà không hề biết hình thù của khu rừng.

Thiên hà thường tụ tập trong những quần thể gồm có từ 10 đến 100 thiên hà. Thiên hà của chúng ta cũng thuộc một quần thiên hà, quần "địa phương" gồm có hai đám mây Magienlăng, thiên hà Tiên nữ và một số thiên hà gần. Có thuyết

cho rằng những thiên hà elip được tạo ra bởi sự va chạm giữa hai thiên hà xoắn ốc trong những quần thiên hà. Sau khi va chạm, khí trong thiên hà bị rút ra ngoài nên thiên hà elip chứa ít khí.

25. Thiên hà phát sóng vô tuyến

Một phần khí trong thiên hà bị iôn hóa bởi tia tử ngoại phát ra từ các ngôi sao. Những hạt êlectrôn và iôn tương tác với nhau và phát ra bức xạ nhiệt. Đó là bức xạ phát ra bởi những tinh vân, tức là những đám khí hiđrô bị iôn hóa mà ta quan sát thấy trong vùng bước sóng khả kiến và vô tuyến. Nhiệt độ của đám mây phản ánh sự chuyển động hỗn độn của êlectrôn. Đo cường độ của bức xạ nhiệt tức là đo được nhiệt độ của tinh vân. Trong vết tích của những vụ nổ sao siêu mới, những êlectrôn tương đối tính có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng bị bẫy trong từ trường nên phát ra bức xạ xincrôtrôn. Bức xạ của những thiên hà là bức xạ hỗn hợp vừa nhiệt vừa xincrôtrôn. Tuy nhiên, bức xạ nhiệt phát ra trên những bước sóng vô tuyến ngắn, từ khoảng 5 xentimet trở xuống. Bức xạ xincrôtrôn phát ra trên những bước sóng dài từ khoảng 10 xentimet trở lên. Chọn bước sóng quan sát là một phương pháp phân biệt hai loại bức xạ.

Nhìn trong viễn kính thì những thiên hà xa xăm là một đốm lờ mờ, trong khi ngôi sao là những điểm sáng. Quada (quasar = quasistellar object, vật gần như sao) có hình thức biểu kiến giống như một ngôi sao trong thiên hà. Độ chuyển dịch về phía đỏ của quada rất cao, tức là có tốc độ lùi rất lớn, chứng tỏ là những thiên thể này ở ngoài Thiên hà của chúng ta và cách xa ta rất nhiều. Thiên hà vô tuyến và quada là những nguồn bức xạ vô tuyến xincrôtrôn mạnh nhất trong Vũ trụ. Tuy đôi khi không nhìn thấy những thiên thể này trong viễn kính, nhưng bức xạ vô tuyến của chúng vẫn đủ mạnh để phát hiện được trong những vô tuyến viễn kính. Vì thế nên ta có thể quan sát thấy những nguồn bức xạ này ở khoảng cách rất xa, tức là có thể đi ngược thời gian để thăm dò Vũ trụ ở những thời điểm xa xưa. Vì thiên hà và quada vô tuyến ở xa nên kích thước góc (kích thước biểu kiến đo bằng đơn vị độ, phút, giây) của chúng rất nhỏ. Phải dùng những hệ thống giao thoa có khả năng phân giải tốt mới phát hiện được cấu trúc của những nguồn bức xạ vô tuyến này. Hình vô tuyến thường gồm có một nguồn bức xạ trung tâm phát ra bởi nhân của thiên hà hay quada. Phía bên có hai "thùy" như hai trái tai nối liền với trung tâm bởi hai tia bức xạ dài nhỏ. Bức xạ vô tuyến của những thiên thể này là bức xạ xincrôtrôn do êlêctrôn có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng chuyển động xoắn ốc trong từ trường phát ra. Những hạt êlêctron phun ra từ nhân thiên thể bị dồn về hai hướng tạo ra hai tia bức xạ dài như hai ống khói và đọng trong hai thùy nơi môi trường giữa thiên hà bị ép nén.

Một thí dụ điển hình của những thiên hà vô tuyến được in trong hình 37. Đây là ảnh thiên hà 3C 111 (thiên hà số 111 trong danh mục 3C của đài vô tuyến thiên văn Cămbritgiơ) quan sát bằng hệ vô tuyến giao thoa VLA mục 20) trên bước sóng 18 xentimet. Ảnh này là hình "màu giả tạo" xử lí bằng máy tính từ số liệu thu được bằng vô tuyến viễn kính. (Mắt thường chỉ nhìn được trong vùng bước sóng khả kiến từ 0,4 tới 0,8 micrômet). Màu giả tạo là màu chọn bởi người xử lí hình tùy theo sở thích. Giới hạn phân giải của kính là 4 giây, tức là kính có khả năng phân biệt những chi tiết nhỏ bằng hạt gạo ở khoảng cách 250 met. Thiên hà 3C 111 cách xa ta 6 trăm triệu năm ánh sáng. Nhân của thiên hà bắn những tia vật chất

ra xa tới 200 nghìn năm ánh sáng, tức là gần bằng ba lần đường kính của các dải thiên hà ! Ta thấy rõ nhân và hai thùy nhưng chỉ phát hiện được một tia xạ dài bên trái. Có thể là vụ nổ không đối xứng và tia êlectrôn chỉ bắn ra một bên. Khi ta quan sát thiên hà 3C 111 trong vùng phổ khả kiến (nhìn thấy bằng mắt) bằng những viễn kính lớn, thì thiên hà dường như không nhìn thấy (hình 38).

Nhân của những thiên hà vô tuyến và của quada là một nhà máy sản sinh êlectrôn có tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng. Năng lượng của mỗi thiên hà và quada vô tuyến lớn bằng hàng triệu lần năng lượng của những thiên hà khác trong Vũ trụ. Năng lượng lớn như vậy chỉ chứa trong một thể tích với kích thước nhỏ bằng một phần mười vạn lần kích thước những dải thiên hà. Nguồn gốc của kho năng lượng đó vẫn là một vấn đề chưa giải quyết được. Các nhà thiên văn đoán rằng chỉ có những tai biến như những vụ nổ vô cùng mãnh liệt trong nhân thiên hà mới giải thích được hiện tượng phát xạ này. Những khối vật chất nặng bằng hàng triệu khối lượng Mặt trời bắn ra ngoài với tốc độ lớn gần bằng tốc độ ánh sáng ! Nhân của thiên hà vô tuyến và quada có thể là một lỗ đen "ngốn" sao cùng khí và bụi chung quanh với khẩu phần hàng ngày là cả một ngôi sao như Mặt trời. Thiên hà có những cánh tay xoắn ốc đầy khí và bụi là những kho lương thực lí tưởng của lỗ đen.

26. Nguyên tử và phân tử trong Vũ trụ

Nguyên tử và phân tử có khả năng hấp thụ và phát bức xạ trên những tần số (hoặc bước sóng) xác định. Phổ của bức xạ phát ra bởi một đám khí nguyên tử hoặc phân tử có những vạch đơn sắc nghĩa là chỉ hiện ra trên những tần số cố định đặc trưng cho chất khí (hình 39). Mỗi nguyên tố hóa học có một phổ riêng, giống như một tấm ảnh căn cước để nhận dạng cá nhân. Máy quang phổ được dùng để phân tích bức xạ và phát hiện ra những vạch nguyên tử và phân tử cũng như lăng kính phân giải ánh sáng. Nguyên tử là một hạt nhân có một số êlectrôn quay chung quanh. Nguyên tử đơn sơ và nhẹ nhất là nguyên tử hiđrô chỉ có một prôtôn là hạt nhân và một êlectrôn. Phân tử thường gồm có nhiều nguyên tử và có thể quay chung quanh một trục và dao động (rung) như một lò xo (hình 40). Năng lượng của nguyên tử và phân tử tùy thuộc ở quỹ đạo của êlectrôn và sự tự quay và dao động. Theo cơ học lượng tử thì năng lượng của nguyên tử và phân tử thay đổi một cách không liên tục, nhảy từng mức như leo trên những bậc thang (hình 41). Khi nguyên tử hoặc phân tử hấp thụ bức xạ thì nhẩy vọt lên tới mức năng lượng cao. Ngược lại, khi năng lượng giảm thì các hạt phát bức xạ. Độ thay đổi ΔE của năng lượng càng lớn bao nhiêu thì tần số f của bức xạ hấp thụ hoặc bức xạ phát ra bởi nguyên tử và phân tử càng cao bấy nhiêu ($\Delta E = hf$, h là hằng số Plăng). Năng lượng cao hay thấp là tùy sự chuyển động của những êlectrôn và những hạt nhân trong nguyên tử và phân tử. Sự thay đổi từng mức của năng lượng nguyên tử hoặc phân tử là kết quả của lí thuyết cơ học lượng tử mới làm ra từ đầu thế kỉ thứ 20. Cơ học lượng tử đã mở một kỉ nguyên mới cho ngành vật lí hiện đại.

27. Vạch 21 xentimet của nguyên tử hiđrô. Phương pháp đo đạc khoảng cách của các thiên thể

Hiđrô là nguyên tố thông thường nhất trong Vũ trụ. Mỗi khi thay đổi trạng thái năng lượng, nguyên tử hiđrô phát ra một vạch có bước sóng vô tuyến 21

xentimet (tần số f = 1420 megahec, tức là 1420 triệu hec). Hiện tượng tự nhiên này rất hiếm vì cứ 11 triệu năm, mỗi nguyên tử hiđrô mới tự thay đổi mức năng lượng và tự phát ra vạch bức xạ 21 xentimet, theo cơ chế tả trong mục 26. Nhưng vì va chạm với những hạt khác, đặc biệt với những êlectrôn trong môi trường giữa các sao, nên nguyên tử hiđrô bắt buộc phải đổi mức năng lượng nhanh chóng hơn nhiều. Cho nên cứ 400 năm, mỗi nguyên tử hiđrô có thể phát ra một vạch bức xạ nhờ hiện tượng "cảm ứng" này. Thêm nữa, vì khí hiđrô nhiều nhất nên cường độ của vạch 21 xentimet rất mạnh. Vạch này thường dùng để nghiên cứu cấu trúc đại quy mô của các thiên hà và phát hiện những cánh tay xoắn ốc của chúng. Thiên hà tự quay chung quanh một trục như một bánh xe. Quan sát vạch 21 xentimet cho ta biết định luật quay và khối lượng khí của những thiên hà. Tốc độ quay thay đổi từ trung tâm ra vùng ngoại vi. Trong Thiên hà của chúng ta, tốc độ quay ở vùng trung tâm là 200 kilômet một giây. Tốc độ tăng dần tới 250 kilômet một giây ở vị trí Mặt trời cách trung tâm 30 nghìn năm ánh sáng và dường như không tăng nữa ra tới vùng ngoại vi. Thiên hà chứa nhiều khí nên không quay như một vật rắn. Nếu thiên hà là một vật rắn thì tốc độ cứ tăng đều ra tận ngoài.

Vì cường độ của vạch 21 xentimet rất mạnh nên vạch này được dùng để phát hiện những thiên hà rất xa và để đo "tốc độ xuyên tâm" của những thiên hà, tức là tốc độ lùi chiếu theo hướng ngắm của người quan sát. Theo hiệu ứng Đôpơle thì tần số mà ta đo được của một vạch bức xạ phát ra bởi một vật thể giảm đi khi vật thể chuyển động lùi xa người quan sát. Khi tần số giảm đi thì bước sóng của bức xạ dài ra. Vạch bức xạ "dịch chuyển về phía đỏ". Ngược lại, khi vật phát bức xạ tiến về phía người quan sát thì tần số của bức xạ cao lên và bước sóng giảm đi. Vạch bức xạ "dịch chuyển về phía xanh" (xem mục 8). Cũng như tiếng còi xe lửa nghe trầm hơn khi xe lửa chạy ra xa ta vì bước sóng của âm thanh dài ra. Khi xe lửa tiến về phía ta thì tiếng còi dường như cao hơn vì bước sóng của âm thanh ngắn đi. Như ta đã biết, những thiên hà đều đi ra xa nhau nên các vạch phổ quan sát thấy chỉ dịch chuyển về phía đỏ (mục 8 và 10). Tốc độ lùi càng lớn thì độ dịch chuyển về phía đỏ càng cao. Độ giảm Δf của tần số so với tần số "nghỉ" f (của bức xạ phát ra nếu vật thể không chuyển động) là $\Delta f = f. v/c$, v là tốc độ xuyên tâm, và c là tốc độ ánh sáng (c = 300 nghìn kilomet/giây). Vạch nguyên tử hiđrô 21 xentimet (tần số nghỉ f là 1420 megahec) phát ra bởi một thiên hà lùi xa ta 3000 kilômet/giây thì dịch chuyển về phía đỏ và thu được trên tần số 1420 megahec - 14,2 megahec = 1405,8 megahec. Biết tốc độ xuyên tâm lùi v, ta có thể ước tính được khoảng cách đ của thiên hà bằng định luật Hơpbơn, đ = v/H, H là hằng số Hơpbơn. Trong thiên văn học, người ta thường dùng đơn vị kilômet/giây để đo tốc độ và đơn vị "megapacsec" (một megapacsec là một triệu pacsec) để đo khoảng cách. Một pacsec (pacsec, viết tắt là pc) là 3,2 năm ánh sáng và một mêgapacsec là 3,2 triệu năm ánh sáng. Trong hệ thống đơn vị trên thì hằng số Hơpbơn là 75. Thí dụ nếu ta đo thấy tốc độ lùi của một thiên hà là 750 kilômet/giây thì khoảng cách của nó là 10 Mpc.

Các nhà thiên văn học đo độ dịch chuyển về phía đỏ tức là tốc độ lùi của các thiên hà bằng máy quang phổ. Không những vạch hiđrô mà toàn bộ những vạch xạ trong phổ của những thiên hà xa xăm đều cùng dịch chuyển về phía đỏ. Ta có thể đo độ dịch chuyển của bất cứ vạch nào, từ vạch trong vùng phổ khả kiến, hồng ngoại đến vạch vô tuyến và xác định khoảng cách của thiên hà bằng cách áp dụng

định luật Hơpbơn. Khoảng cách của sao trong dải Ngân hà có thể được xác định bằng cách so sánh độ sáng (cấp sao) của các sao với nhau. Độ dịch chuyển của các vạch bức xạ của những ngôi sao lân cận quá nhỏ. Vì gần Trái đất, nên vị trí biểu kiến của những thiên thể này thay đổi nhiều tùy theo vị trí của Trái đất trên quỹ đạo chung quanh Mặt trời. Trong trường hợp này, những phương pháp đo đạc khoảng cách đều dựa trên hình học. Khoảng cách của những hành tinh có thể xác định bằng phương pháp rađa phát những tín hiệu vào hướng hành tinh và đo thời gian của tiếng vọng.

28. Phân tử hữu cơ trong Vũ trụ. "Kho rượu" trong trung tâm dải Ngân hà

Điều kiện lí hóa trong môi trường trên Trái đất khác hẳn với điều kiện trung bình trong môi trường của những thiên hà. Trong không khí ta thở có tới hàng vạn triệu tỉ (10^{19}) nguyên tử và phân tử trong một xentimet khối ! Nhiệt độ bình thường mùa hạ trong vùng ôn đới trên mặt Trái đất khoảng 300 độ Kenvin (27 độ C). Chân không thực hiện được trong các phòng thí nghiệm cũng còn có tới vài triệu phân tử trong một phân khối. Mật độ trung bình trong các dải thiên hà chỉ bằng vài chục nguyên tử hiđrô trong một xentimet khối và nhiệt độ khoảng vài chục độ Kenvin. Những đám mây khí đặc nhất trong môi trường giữa các sao chỉ chứa vài triệu tới vài trăm triệu phân tử hiđrô trong một xentimet khối. Tóm lại, so với khí quyển trên mặt Trái đất thì môi trường giữa các sao rất loãng và lạnh làm cho xác suất va chạm giữa những nguyên tử rất thấp cho nên môi trường giữa các sao trong Vũ trụ dường như không thuận lợi cho quá trình tổng hợp các phân tử. Tuy nhiên, nhờ có những tia tử ngoại phát ra từ những ngôi sao chiếu vào những đám mây khí nên các phản ứng hóa học được tiến hành một cách hiệu nghiệm. Những hạt bụi trong những đám mây khí cũng cần thiết cho sự bảo tồn phân tử vì chúng chắn những tia có thể làm hủy phân tử.

Sự phát hiện ra phân tử trong các dải thiên hà là một sự kiện vô cùng quan trọng trong quá trình nghiên cứu một thành phần chủ yếu của môi trường giữa các sao. Thành phần này là những đám "mây đen" không nhìn thấy và cũng không thể phát hiện bằng vạch vô tuyến 21 xentimet của nguyên tử hiđrô. Vì rằng, những đám mây đen có nhiều khí và bụi, nhưng không có nhiều nguyên tử hiđrô ; nguyên tố này đã tổng hợp thành phân tử, nên không phát ra vạch 21 xentimet. Những vạch phân tử đã được phát hiện trong dải Ngân hà từ năm 1940. Đó là những vạch trong vùng phổ khả kiến của hai phân tử đơn giản CH và CN, gồm có hai nguyên tử. Phải đợi tới những thập niên 60 và 70, kỉ nguyên của những viễn kính vô tuyến, các nhà Vật lí thiên văn mới phát hiện thêm được những phân tử khác. Lí do là những vạch phân tử thường dễ phát ra trên những bước sóng vô tuyến hơn là trên những bước sóng khả kiến. Sự va chạm với những hạt phôtôn hồng ngoại phát ra bởi bụi hoặc với hiđrô dễ làm phân tử quay. Mỗi khi trạng thái quay thay đổi vì va chạm, thì phân tử bị "kích thích" lên những mức năng lượng cao (mục 26). Rồi từ năng lượng cao, phân tử tự rơi xuống những mức năng lượng thấp và phát ra những vạch trên những bước sóng vô tuyến (sóng milimet). Nếu muốn phát ra những vạch trong vùng khả kiến, phân tử phải được kích thích lên những mức năng lượng rất cao. Sự kiện này hiếm có hơn vì cần phải có nhiều năng lượng để làm cho

những êlectrôn trong phân tử thay đổi hẳn quỹ đạo. Tóm lại, phân tử dễ thay đổi trạng thái quay và dễ có khả năng phát ra những vạch vô tuyến trong vùng sóng milimet.

Cho đến nay (1994), ngót 100 phân tử trong đó có nhiều chất hữu cơ, đã được phát hiện trong dải Ngân hà. Những phân tử này ở trạng thái khí trong những đám mây giữa các sao. Danh sách các phân tử được ghi theo thứ tự phức tạp trong bảng 1. Phân tử hiđrô H_2 nhiều nhất trong Vũ trụ. Mật độ của phân tử thông thường như CO (cacbon oxit) chỉ bằng một phần mười vạn (10^{-5}) mật độ của hiđrô. Những loại phân tử khác hiếm hơn, có mật độ bằng một phần tỉ (10^{-9}) tới một phần triệu (10^{-6}) mật độ của hiđrô. Phần lớn phân tử tìm thấy trong Vũ trụ là những phân tử quen thuộc đối với những nhà hóa học làm trong phòng thí nghiệm. Xianhiđric axit, HCN, là khí rất độc đã được dùng làm hơi độc. Fomanđehit, H_2CO, là loại khí có mùi khó ngửi được hòa trong nước thành focmon để làm chất tẩy và chất khử trùng. Phân tử phức tạp nhất, $HC_{11}N$, có 13 nguyên tử, là một loại chuỗi cacbon dài với công thức hóa học khai triển có những liên kết ba, $H-C\equiv C-C\equiv C-C\equiv C-C\equiv C-C\equiv C-C\equiv N$. Phân tử này dễ nổ đã được phát hiện trong vỏ khí của một ngôi sao khổng lồ đỏ và già, nơi có nhiều khí, bụi và nhiệt độ tương đối cao. Đó là những điều kiện lí hóa rất thuận lợi cho sự tổng hợp những nguyên tố phức tạp.

Năm 1975, các nhà thiên văn vô tuyến Mỹ đã phát hiện được rượu etylic CH_3CH_2OH trên bước sóng 3 milimet trong "đám mây phân tử khổng lồ" ở trung tâm dải Ngân hà. Trong bài báo cáo công trình phát hiện đăng trong một tạp chí khoa học, họ khởi đầu như sau. "Ngay từ buổi bình minh của những nền văn minh, rượu etylic là một sở thích của nhân loại. Hơi rượu trong đám mây khí phát hiện trong trung tâm dải Ngân hà, nếu đọng thành rượu nguyên chất, phải chứa trong một trăm nghìn vạn vạn triệu tỉ (10^{28}) chai (mỗi chai 0,75 lit). Kho tàng rượu này nhiều hơn hẳn tất cả lượng rượu cất bởi loài người từ xưa tới nay". Kho rượu thiên nhiên quý báu đó có thể cung cấp rượu trong 5 triệu tỉ (5.10^{15}) năm cho toàn thể nhân loại có hiện nay, dù ai cũng uống mỗi ngày một chai. Tiếc thay cho những người thích rượu, trung tâm Ngân hà cách xa ta những 30 nghìn năm ánh sáng, nên rượu không trong tầm tay của nhân loại ! Như những thiếu nhi muốn lên Cung trăng chơi với Cuội, chúng ta cũng "hãy hỏi Ông Trời, cho mượn cái thang !".

Mới đây có tin là phân tử glixin (glycine) một axit amin đầu tiên, thành phần của chất đạm trong tế bào cũng được phát hiện trong đúng đám mây có kho rượu. Nếu kết quả quan sát này được khẳng định, phải chăng nó chỉ là một trùng khớp ngẫu nhiên hay một sự kiện được dùng để chứng minh là trung tâm Ngân hà có sinh vật có khả năng cất rượu ! Dù sao glixin chỉ là một trong những thành phần rất cơ bản của chất đạm. Sự phát triển từ những chất hữu cơ đó tới trạng thái sinh vật là một quá trình rất lâu dài.

29. Kế hoạch tìm kiếm phân tử trong Vũ trụ

Kế hoạch tìm kiếm phân tử trong dải Ngân hà có thể tiến hành bằng hai cách. Một là tìm phân tử mà ta đã biết trước phổ của nó, tức là biết chính xác tần số của các vạch trong phổ của phân tử. Cách tìm này cũng giống như ta dùng máy thu thanh để chỉnh đúng vào một đài mà ta biết những tần số phát thanh.

Tần số các vạch của những phân tử thông thường đã được đo trong phòng thí nghiệm dùng máy quang phổ. Tuy nhiên, tần số của một số phân tử không bền vững khó chế được trong điều kiện lí hóa của phòng thí nghiệm nên phải được tiên đoán bằng lí thuyết. Phương pháp tìm kiếm thứ hai là cứ quan sát một vùng phổ mà không chỉnh đúng vào một vạch nào. Cũng như một người nghe máy thu thanh mà không cần biết tần số của đài nào, nhưng cứ tìm tới khi nghe thấy một tín hiệu. Sự tìm kiếm không có "chủ định" này tốn kém thời giờ quan sát, nhưng lợi ở chỗ là có thể phát hiện ra những chất hóa học bất ngờ. Trong đầu thập niên 70, các nhà vô tuyến thiên văn tìm thấy một vạch trên tần số 89188,5 megahec (MHz) mà họ không biết là phát ra bởi phân tử nào ; họ tạm đặt tên là X–ogen. (Như trong toán học, chữ X thường được dùng để tượng trưng một ẩn số). Sau vài năm nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, các nhà vật lí và hóa học đã chế được một phân tử có phổ giống như phổ của chất bí hiểm X–ogen. Họ khẳng định rằng phân tử X–ogen chính là iôn HCO^+ (xem bảng 1), một phân tử đóng vai trò then chốt trong những phản ứng hóa học tạo ra các phân tử phức tạp. Sự đóng góp của những nhà vật lí và hóa học nghiên cứu lí thuyết cũng như trong phòng thí nghiệm rất đáng kể trong quá trình xác định những phân tử trong Vũ trụ. Sự phát hiện ra những phân tử mới trong Vũ trụ ngày càng hiếm. Vì cường độ của những vạch phân tử còn lại chưa phát hiện được rất yếu nên chúng bị chìm đắm trong tiếng ồn của máy thu tín hiệu. Mặt khác, vô số vạch chen chúc nhau đã được phát hiện trong những vùng phổ vô tuyến, nên có thể che lấp những vạch phân tử mới mà chúng ta muốn tìm.

Mỗi phân tử khi đứng yên thì phát ra một phổ đặc trưng trong đó có những vạch ở những tần số xác định. Theo hiệu ứng Đôple, khi phân tử chuyển động thì các vạch trong phổ chuyển dịch về phía đỏ (tần số giảm đi) khi đi xa vị trí người quan sát, hoặc chuyển về phía xanh (tần số tăng lên) khi tiến tới vị trí quan sát (mục 8). Độ chuyển của tần số chỉ tùy thuộc vào tốc độ xuyên tâm của phân tử, tức là tốc độ chiếu theo hướng quan sát. Trong một đám mây khí, những phân tử chuyển động một cách hỗn độn nên phát bức xạ trên những tần số không đúng hẳn tần số xác định như lúc phân tử đứng yên. Vì thế, vạch bức xạ quan sát thấy bị mở rộng chung quanh tần số xác định của vạch phân tử khi đứng yên (hình 39). Nhiệt độ của đám mây càng cao bao nhiêu thì tốc độ của sự chuyển động hỗn độn và độ rộng của vạch càng lớn bấy nhiêu. Phân tử là một nhiệt kế dùng để đo nhiệt độ của những đám mây giữa các sao.

Phân tử trong dải Ngân hà thường tập trung trong những đám khí đặc như những đám mây đen khổng lồ, nặng bằng hàng triệu khối lượng Mặt trời. (Khối lượng Mặt trời là 2×10^{30} kg thường được dùng làm đơn vị khối lượng). Nơi chôn nhau cắt rốn của những ngôi sao trẻ vừa được hình thành, hoặc vỏ sao cũng là những môi trường thuận lợi cho sự phát triển phân tử. Những thiên thể này chứa nhiều bụi nên phát ra nhiều tia hồng ngoại. Vào những năm trong thập niên 1970, một vệ tinh đã phát hiện được một số nguồn phát hồng ngoại trong dải Ngân hà. Một trong những nguồn phát này rất mạnh dường như phát ra từ một ngôi sao. Những nhà thiên văn dùng viễn kính từ Trái đất để quan sát ngôi sao trên bước sóng khả kiến phát hiện được rằng thiên thể này là một tinh vân có dạng một quả trứng sinh đôi (hình 42). Ở giữa điểm nút của tinh vân có một ngôi sao bị che bởi một vành bụi khuếch tán xạ của sao và tạo ra tinh vân. Chung quanh sao có một vành khí amôniac (đường cong màu đỏ trong hình 42) và vành khí phân tử HC_7N

(đường cong màu xanh). Những đường cong biểu diễn cường độ của bức xạ phát ra bởi những phân tử amôniac và HC_7N. Ngôi sao ở trung tâm tinh vân là một ngôi sao có tuổi đã phun mất rất nhiều vật chất. Vành khí phân tử được phun ra bởi ngôi sao trong giai đoạn cuối cùng của quá trình tiến triển của sao.

Một số phân tử cũng đã được phát hiện trong những "sao chổi". Loại thiên thể này là những khối nước đá khổng lồ trộn với bụi và phân tử và là vết tích của đám mây tạo ra Hệ Mặt trời. Khi chuyển động tới gần Mặt trời thì nước đá cùng phân tử và bụi bị bốc và phun ra ngoài, tạo thành một cái đuôi dài hàng trăm nghìn kilômet. Một số phân tử thông thường đã được phát hiện ngoài dải Ngân hà, trong những hệ thiên hà khác. Nhân và những cánh tay xoắn ốc của thiên hà cũng là nơi chứa nhiều phân tử. Hình 43b là hình màu "giả tạo" (mục 25) làm ra bằng kĩ thuật xử lí ảnh dùng máy tính điện tử. Hình này biểu thị vạch xạ phân tử cacbon oxit (CO) phát ra từ trung tâm thiên hà Metxiê 51 cách xa ta khoảng 32 triệu năm ánh sáng và thu được trong một vô tuyến viễn kính đường kính 30 met. Mắt ta chỉ nhìn thấy bức xạ trong vùng khả kiến (từ 0,4 tới 0,8 micrômet). Nhìn qua viễn kính trong vùng phổ khả kiến ta thấy thiên hà Metxiê 51 với những cánh tay xoắn ốc (hình 43a). Giả sử mắt ta cũng nhìn thấy bức xạ trên bước sóng vô tuyến 3 milimet thì ta thấy được hình ảnh bức xạ phát ra bởi vạch phân tử cacbon oxit như trong hình 43b.

Phân tử có nhiều tác động đến những hiện tượng lí hóa trong Vũ trụ. Phân tử là một yếu tố điều hòa nhiệt độ trong những đám mây giữa các sao. Chúng chi phối sự chuyển động của những làn khí phun từ các ngôi sao hay từ trung tâm các thiên hà. Những phân tử nhẹ nhất như phân tử LiH đã được tạo ra rất sớm sau Vụ nổ lớn. Quan sát những phân tử nhẹ trong những thiên hà rất xa có độ dịch chuyển về phía đỏ lớn có thể mang lại những bằng chứng cụ thể để thử nghiệm thuyết Vũ trụ Bích Băng. Mới đây, các nhà Vật lí thiên văn nêu lên rằng khí phân tử hiđrô có thể là một thành phần của chất đen trong vành khí chung quanh những dải thiên hà. Những hiện tượng vật lí bất thường như hiệu ứng made cũng đã được phát hiện trong Vũ trụ.

30. Những tia lade vô tuyến thiên nhiên kỳ diệu

Một trong những đặc tính kỳ diệu nhất của những đám mây khí phân tử là khả năng phát ra những sóng vô tuyến cực kỳ mạnh, như những tia lade (LASER, chữ tắt của Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ; sự khuếch đại ánh sáng do bức xạ cảm ứng) dùng trong quang học. Tia lade vô tuyến này gọi là bức xạ made (MASER, chữ tắt của Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation ; sự khuếch đại sóng vi ba, tức là sóng vô tuyến, do bức xạ cảm ứng), Máy made được chế tạo trong các phòng thí nghiệm và trong công nghiệp để khuếch đại các tín hiệu vô tuyến. Trong Vũ trụ, sóng vô tuyến của một thiên thể, khi truyền qua một đám khí phân tử có khả năng được khuếch đại bằng hiệu ứng made. Những đám khí có khả năng khuếch đại lớn nhất là khí hơi nước (H_2O), khí hiđrôxin (OH) và khí silic mônôxit (SiO). Mỗi loại phân tử chỉ khuếch đại bức xạ trên một tần số nhất định. Khí OH khuếch đại trên tần số 1665 megahec, khí H_2O trên tần số 22235 megahec, và khí SiO trên tần số 86243 megahec. Ta có thể giải thích sơ lược hiệu ứng made như sau.

Như ta đã biết, năng lượng của những phân tử thay đổi một cách gián đoạn, theo từng mức. Các vạch phân tử được tạo ra bởi sự chuyển động của êlectrôn và

các hạt nhân trong phân tử. Nội năng của những phân tử trong đám mây khí phụ thuộc vào những sự chuyển động này (mục 26). Trong mỗi phân tử, sự chuyển động của những êlectrôn chung quanh hạt nhân của mỗi nguyên tử phối hợp với sự dao động và sự tự quay của các hạt nhân để tạo thành một hệ mức năng lượng đặc biệt của phân tử đó. Hệ mức năng lượng của phân tử phức tạp hơn hệ của nguyên tử. Trong một đám khí, chẳng hạn hơi nước H_2O, những phân tử nước có năng lượng bằng nhau thì cùng ở trên một mức năng lượng. Thông thường, sự phân bố "dân số" phân tử trên mỗi mức năng lượng tuân theo một định luật trong cơ học thống kê, gọi là định luật Bônxơman (Boltzmann). Trong trạng thái này - trạng thái "cân bằng nhiệt động" - mức năng lượng càng cao bao nhiêu thì "dân số" phân tử càng thưa thớt bấy nhiêu (hình 44a).

Cũng như những du hành tới tham quan Vạn lí trường thành, muốn ngắm phong cảnh hùng vĩ phải leo lên những bậc thang cao. Ở những bậc dưới bao giờ cũng đầy người chen chúc, nhưng càng lên cao thì càng thấy thoải mái ít người. Những bậc thang dưới chứa rất nhiều người vì họ không muốn dùng nhiều năng lượng, còn những bậc trên thưa thớt dành cho một số người có năng lượng cao. Nhưng nếu ở chân Vạn lí trường thành có một hệ thống thang máy thì sự phân bố dân số trên những mức thang dứt khoát bị đảo ngược. Lúc đó ai cũng muốn lên cao nên sẽ có nhiều người ở những bậc cao hơn là ở những bậc thấp.

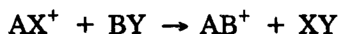
Đứng về phương diện vật lí, trong đám khí phân tử, vì "dân số" phân tử ở những mức năng lượng cao ít ỏi, nên xác suất phân tử tự chuyển từ những mức trên xuống những mức dưới để phát ra bức xạ không nhiều lắm. Vì vậy, cường độ của vạch phân tử phát ra bởi đám khí không mạnh. Nguyên tắc tạo ra hiệu ứng made hay lade là "bơm" "dân số" ở những mức năng lượng thấp lên những mức năng lượng cao, như một thang máy chở người lên những tầng cao, để "nghịch đảo" dân số và phá vỡ thế cân bằng nhiệt động (hình 44b). Lúc đó có nhiều "dân số" phân tử ở những mức năng lượng cao và đám mây ở trong trạng thái "bất cân bằng nhiệt động". Một khi đám khí ở trong trạng thái này thì nó hoạt động như một máy made. Khi đám mây made phân tử được một bức xạ vô tuyến rọi vào thì những phân tử đổ xô xuống những mức năng lượng dưới và phát ra rất nhiều bức xạ trên một tần số nhất định. Đó là nguyên tắc của sự khuếch đại bằng hiệu ứng made. Một khi bức xạ truyền qua đám khí made thì cường độ của bức xạ có thể tăng lên hàng tỉ lần ! Tuy nhiên khả năng khuếch đại chỉ xẩy ra trong một vùng nhỏ trong phổ bức xạ và bức xạ phát ra trên một tần số đặc trưng của phân tử. Nếu là một đám mây hơi nước thì vạch bức xạ made phát ra trên tần số 22235 megahec. Đám mây made cũng có khả năng khuếch đại vạch bức xạ mà nó tự phát ra. Những điều kiện lí hóa sẵn có trong Vũ trụ đã phát huy hiệu ứng made thiên nhiên. Những phôtôn tử ngoại và hồng ngoại phát ra bởi những ngôi sao và bụi là những "bơm" rất hiệu nghiệm. Sự va chạm với hiđrô trong đám khí cũng có thể kích thích phân tử nhẩy vọt lên những mức năng lượng cao và gây nên nghịch đảo "dân số".

Những ngôi sao đang hình thành, những vỏ sao già khổng lồ đỏ và trung tâm một số thiên hà là những môi trường tương đối nóng, có nhiều bụi và khí. Đó là những yếu tố cần thiết cho sự tổng hợp các phân tử và làm nghịch đảo "dân số", tạo thành những nguồn xạ made rất mạnh. Những nguồn xạ made trong Vũ trụ có kích thước ít nhất bằng đường kính của quỹ đạo Trái đất trong Hệ Mặt trời, khoảng 150 triệu kilômet. Vì made Vũ trụ rất đồ sộ so với những máy made và lade dùng trong phòng thí nghiệm, nên dễ phát hiện được. Cường độ của bức xạ made Vũ trụ

rất lớn nhưng thay đổi rất nhiều. Bởi vì bức xạ made dễ nhậy cảm trước những biến đổi của điều kiện vật lí, như nhiệt độ và mật độ trong đám khí. Sự biến đổi cường độ là một đặc tính để xác định bức xạ made.

31. Phòng thí nghiệm hóa học thiên văn

Hóa học thiên văn là một ngành khoa học vừa được phát triển để tìm hiểu sự tổng hợp của những phân tử trong Vũ trụ. Quá trình hình thành của phân tử trong các dải thiên hà thường tiến triển trong pha khí, với những phản ứng hóa học bao gồm những phân tử iôn hóa (bị mất một hay nhiều êlectrôn) và phân tử trung hòa (toàn vẹn không mất êlectrôn). Những phản ứng có thể khởi đầu từ phân tử thông thường nhất, phân tử hiđrô. Phân tử này bị iôn hóa bởi tia tử ngoại của sao hoặc tia vũ trụ (gồm những hạt có năng lượng cao) và phản ứng với một nguyên tử hiđrô để thành iôn H_3^+. Sau đó, H_3^+ có thể kết hợp với phân tử CO để tạo ra iôn HCO^+, hay với nguyên tử oxi O để thành hơi nước H_2O và hiđroxin OH, hoặc với nitơ N để tạo thành amôniac NH_3. Những phân tử HCO^+, OH, nước, và amoniac thường được phát hiện rất dễ dàng trong những đám mây đen. Sự tổng hợp các phân tử không ngừng ở những giai đoạn này. Những phản ứng hóa học tạo ra những phân tử phức tạp được tiến triển một cách rộng hơn, tương tự như tiến trình trên :



$$AX^+ + BY \rightarrow AB^+ + XY$$

Thí dụ, một iôn đơn giản AX^+ kết hợp với một phân tử phức tạp BY để tạo ra iôn AB^+ càng ngày càng phức tạp.

Gốc hóa học như gốc hiđroxin OH là những chất hóa học dễ phản ứng với những phân tử khác. Gốc là những phân tử có một số lẻ êlectrôn, nên hạt êlectrôn lẻ dễ "cặp đôi" với một êlectrôn của phân tử khác để tạo thành một liên kết hóa học. Những chất không bền này khó chế được trong phòng thí nghiệm, nhưng dễ tồn tại trong môi trường giữa các sao, vì ở đó nhiệt độ và mật độ thấp nên làm giảm hoạt động của gốc hóa học. Những phân tử đồng vị, như HDO đồng vị của phân tử nước H_2O, trong đó nguyên tử đơteri D, hiđrô nặng, đã thay thế một nguyên tử hiđrô H, cũng đã được tìm thấy trong Vũ trụ. Phân tử hiđrô, H_2, và rượu etylic, CH_3CH_2OH, không được tạo ra trực tiếp trong pha khí, nhưng đọng trên những hạt bụi rồi bốc thành hơi. Chính bụi trong môi trường giữa các sao cũng là một loại phân tử hữu cơ trong đó có những nguyên tử hiđrô bám vào những phân tử than chì graphit (graphite). Những phân tử này gọi là PAH (chữ tắt của Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) có nhiều vòng "hiđrocacbon thơm", như những lõi benzen trong băng phiến. Những phân tử phát hiện trong Vũ trụ đều gồm có những nguyên tử quen thuộc trong phòng thí nghiệm. Gần chúng ta hơn, trong tầng khí quyển của Trái đất có phân tử ôdôn gồm 3 phân tử oxi, O_3. Nhờ có tầng khí ôdôn nên các sinh vật trên Trái đất được bảo vệ khỏi bị tác động tai hại của tia tử ngoại Mặt trời. Trên thực tế, hóa học trong Vũ trụ không đơn giản và là một vấn đề đang được nghiên cứu.

32. Sinh học và nguồn gốc của sinh vật. Nồi "xúp" nguyên thủy

Việc nghiên cứu phân tử trong các dải thiên hà không những có ảnh hưởng đến ngành vật lí và hóa học mà còn có quan hệ với ngành sinh học. Những phân

tử trong môi trường giữa các sao phần lớn là những phân tử hữu cơ (bảng 1). Trong cơ thể chúng ta có tới 20 loại aminô axit ; đó là thành phần cơ bản của chất đạm (prôtein) trong tế bào. Aminô axit là những chuỗi phân tử dài, một đầu có tính chất amin NH_2 và đầu kia có tính chất axit COOH. Đầu axit và amin dễ phản ứng với nhau thành một liên kết rất bền để tạo ra những aminô axit phức tạp. Aminô axit đơn giản nhất là glyxin (glycine) có công thức NH_2CH_2COOH. Những chất như metylamin (CH_3NH_2) và axit focmic (HCOOH) tìm thấy trong dải Ngân hà là những mẩu của aminô axit. Nhiều phân tử hữu cơ phức tạp cũng đã được tìm thấy trong sao chổi và trong những thiên thạch rơi xuống Trái đất. Hai loại thiên thể này đã được tạo ra cùng với Hệ Mặt trời, chứng tỏ Vũ trụ đã điều chế được nhiều chất hóa học cần thiết cho sinh vật.

Sự tìm hiểu nguồn gốc của sự sống trên Trái đất đã được đề cập tới từ đầu thế kỷ thứ 20 bởi nhà bác học Oparin (Oparine) người Nga. Khí quyển của Trái đất nguyên thủy, chủ yếu gồm có hiđrô, metan, amôniac và nước, không thích hợp với sự phát triển của sinh vật. Nhờ có tia tử ngoại của Mặt trời chiếu thẳng vào hỗn hợp hóa học nguyên thủy, nên rất nhiều phân tử hữu cơ đã được tổng hợp. Phân tử rơi xuống biển và ngâm dưới nước trong hàng trăm triệu năm. Môi trường này, đầy chất khoáng và chất hữu cơ hòa với nước ấm, thường được gọi là nồi "xúp nguyên thủy", trong đó những phản ứng hóa học tiến triển rất nhanh, biến dần những chất khoáng và chất hữu cơ thành những phân tử vĩ mô và vi sinh vật. Thí nghiệm để tìm hiểu nguồn gốc của sinh vật được tiến hành vào những thập niên 50 bởi nhà sinh vật học Milơ (Miller) người Mỹ. Hơi nước nóng được phun vào trong một bóng thủy tinh chứa khí hiđrô, metan, amôniac, thành phần của khí quyển nguyên thủy của Trái đất. Một hệ thống phóng điện 60 nghìn vôn liên tục phát những tia điện trong hỗn hợp khí để tái tạo sét của những cơn dông tố. Sản phẩm hơi của cuộc thí nghiệm nguội đi và đọng trong một ống nghiệm. Sau một tuần lễ thí nghiệm, sản phẩm là một chất lỏng màu nước cam. Milơ phân tích kĩ lưỡng chất lỏng, và nhận xét thấy là ông đã chế được aminôaxit. Kết quả nghiên cứu này khẳng định tiên đoán của Oparin là những phân tử hữu cơ cơ bản, cần thiết cho sự sống của sinh vật, có khả năng được chế tạo trong điều kiện khí quyển của Trái đất cách đây hơn 4 tỉ năm.

Thí nghiệm của Milơ mở đường cho một ngành khoa học mới, ngành hóa – sinh học, đặc biệt nghiên cứu nguồn gốc và sự tiến hóa của sinh vật. Để tái tạo những bức xạ có khả năng iôn hóa phát ra bởi loại quặng phóng xạ, các nhà nghiên cứu dùng máy gia tốc phóng những êlectrôn vào hỗn hợp hóa học và chế được aminô axit, đường, urê, và nhiều chất hữu cơ khác. Những phân tử cơ bản như nước, metan, amôniac, axit xyaniđric, anđehit focmic phát hiện trong dải Ngân hà (bảng 1) có thể phản ứng với nhau để tạo thành glyxin và những phân tử hữu cơ vòng như đường glucô (glucose $C_6O_6H_{12}$) cùng các axit nucleic trong tế bào. Những thí nghiệm hóa sinh đã chứng minh được là những phân tử hữu cơ mầm mống của sự sống trên Trái đất có thể phát triển từ những phân tử có trong môi trường giữa các sao. Những đám mây khí trong môi trường này được tạo ra từ vật chất phun ra bởi những ngôi sao già. Một thế hệ sao trẻ và hành tinh lại được tạo ra từ những đám vật chất đó. Qua quá trình tiến triển của sự sống, ta có thể cho rằng vật chất trong cơ thể của các sinh vật đã được tạo ra từ vật chất của các ngôi sao. Theo luật "chọn lọc tự nhiên", các phân tử tồn tại được là những loại có khả năng kết hợp dễ dàng để trở thành phân tử phức tạp và sinh sôi nẩy nở trong điều kiện khí quyển của Trái đất nguyên thủy. Ta tự hỏi, trên những hành tinh khác trong và

ngoài Hệ mặt trời trong dải Ngân hà, quá trình tiến triển hóa sinh có thể dẫn đến sự sống như trên Trái đất hay không ?

33. Có sự sống ngoài Trái đất hay không ?

Nhân loại trên Trái đất vẫn băn khoăn tự hỏi chẳng lẽ chỉ có một mình chúng ta trong Vũ trụ hay sao ? Nếu có những "người" ở ngoài Trái đất thì tìm họ ở đâu và trình độ kĩ thuật và văn minh của họ như thế nào ? Những câu hỏi này thường được coi là trong phạm vi của triết học và siêu hình học. Sự tìm kiếm những nền văn minh khác trong Vũ trụ không được coi là một vấn đề ưu tiên, vì từ lâu các nhà thiên văn vẫn cho rằng kĩ thuật của nền văn minh trên Trái đất chưa phát triển đủ để thiết lập liên lạc với chúng. Mãi đến năm 1971, các nhà khoa học Liên xô (cũ) và Mỹ mới tổ chức tại đài thiên văn Biurakhan ở Acmênia một hội thảo chuyên đề "liên lạc với những nền văn minh ngoài Trái đất" dùng những viễn kính có tầm nhìn xa. Kì họp của Hội đồng Thiên văn Quốc tế năm 1979 tại Môngtơrêan (Montreal, Canađa) đã đề cập vấn đề "chiến lược tìm kiếm sự sống trong Vũ trụ".

Vũ trụ có hàng trăm tỉ thiên hà, mỗi thiên hà có hàng chục tỉ sao, mỗi hệ sao có hàng chục hành tinh. Nếu hệ sao nào cũng như Hệ mặt trời thì phải có hằng hà sa số hành tinh như Trái đất, trên đó có đủ loại sinh vật, từ vi sinh vật đến loài người có trí thông minh. Trên thực tế, chưa có một bằng chứng cụ thể nào chứng minh là có sinh vật hay một nền văn minh trên những hành tinh khác. Vì khoảng cách giữa các sao rất lớn nên sự liên lạc bằng tàu vũ trụ khó thực hiện được. Với kĩ thuật hiện đại, tàu phóng ra với tốc độ cao, 8 kilômet/giây, phải mất 150 nghìn năm mới tới ngôi sao gần nhất, Anpha Xentauri, ở cách xa ta 4 năm ánh sáng ! Bức xạ vô tuyến truyền từ ngôi sao với tốc độ ánh sáng (300 nghìn kilômet/giây) cũng phải mất 4 năm mới tới Trái đất. Vì vậy sự chinh phục các hành tinh trong dải Ngân hà và sự tiếp xúc trực tiếp với những văn minh khác dùng phương tiện giao thông bằng tàu vũ trụ như "đĩa bay" là một vấn đề viển vông đối với phương tiện của những nền văn minh tương tự như trên Trái đất của chúng ta hiện nay.

Chỉ dùng kĩ thuật viễn thông mới có triển vọng bắt được liên lạc với chúng vì tín hiệu vô tuyến truyền qua không trung với tốc độ ánh sáng và không bị hấp thụ bởi bụi trong môi trường giữa các sao. Những tín hiệu mạnh như những tín hiệu rađa của những hệ thống viễn thông trên Trái đất, nếu phát ra từ những hệ sao cách xa ta 15 năm ánh sáng, có thể phát hiện được bằng những vô tuyến viễn kính. Cho tới nay các nhà vô tuyến thiên văn chưa thu được tín hiệu nào phát ra bởi những nền văn minh trong Vũ trụ, tuy họ đã nhiều lần mừng hụt. Lúc đầu, họ đã tưởng nhầm là bức xạ phát ra đều đặn theo chu kỳ của punxa và quada là những tín hiệu của những nền văn minh khác. Việc phát hiện những sinh vật hay những nền văn minh ngoài Trái đất là một vấn đề nan giải. Các nhà Vật lí thiên văn đành dựa trên thống kê để ước lượng khả năng có sự sống ngoài Trái đất. Để sự tìm kiếm có hiệu quả, họ chú ý đến những nền văn minh có phát triển kĩ thuật cao ít nhất bằng kĩ thuật hiện đại của nhân loại trên Trái đất. Chỉ có những nền văn minh đó mới có khả năng "liên lạc" với chúng ta. Sự ước tính đã dựa trên "phương trình Đrêcơ" (Drake). Phương trình rất đơn giản này là một tích số gồm có 7 hệ số do ông Đrêcơ đặt ra vào năm 1960 để tính số lượng của các nền văn minh trong dải Ngân hà :

$$N = T_* \times S_{ht} \times S_{sv} \times S_{ss} \times S_{vm} \times S_{ll} \times S_{tt}$$

N là số những nền văn minh trong dải Ngân hà.

T_* là tỉ số sinh sản của sao trong Ngân hà. Tỉ số này tùy thuộc quá trình hóa của sao theo khối lượng. Những sao nặng bằng năm mươi lần Mặt trời thụ nhanh năng lượng nên chỉ sống được từ vài chục triệu đến vài trăm triệu . Mặt trời sống được 10 tỉ năm. Tuổi Mặt trời hiện nay là 5 tỉ năm. Trong các hà có cánh tay xoắn ốc như dải Ngân hà, tỉ số sao trẻ cao nhất trong những tay xoắn ốc, nơi có nhiều khí và bụi.

S_{ht} là số sao loại Mặt trời có khả năng có hành tinh. Có những sao không có tinh quay chung quanh.

S_{sv} là số hành tinh trong những hệ sao trên, có môi trường thích hợp với sự của sinh vật. Hành tinh phải có một vị trí tối ưu trong hệ sao, cho nhiệt độ ôn hòa để sự sống được nẩy nở. Khối lượng của hành tinh cũng phải đủ lớn trường hấp dẫn đủ mạnh để giữ được khí quyển không bay đi.

S_{ss} là phần của những hành tinh có khả năng có sinh vật trong đó sự sống phát triển thực sự. Thành phần hóa học của khí quyển cũng là một yếu tố trọng cho sự sống.

S_{vm} là phần của những hành tinh có sự sống thực sự, trong đó có một nền minh đang phát triển. Quá trình tiến triển của sự sống là một hiện tượng lâu . Những phản ứng hóa học tạo ra sinh vật trên Trái đất đã tiến hành trong hơn tỉ năm.

S_{ll} là phần của những xã hội văn minh có khả năng liên lạc với những nền minh khác. Sự phát triển nền văn minh như trên Trái đất hiện nay là một trình lâu dài. Sự sống bắt đầu cách đây 3 tỉ năm dưới hình thức những vi sinh . Loài người mới xuất hiện cách đây khoảng một triệu năm. Nhân loại mới bắt đề cập đến những vấn đề khoa học cách đây khoảng 2 nghìn năm. Nền văn minh kĩ thuật mới phát triển mạnh mẽ từ đầu thế kỉ thứ 20. Các nhà khoa học phải đợi tới thập niên 60, thời điểm kĩ thuật của nhân loại vừa đạt được trình độ cao, mới nghĩ tới vấn đề thiết lập liên lạc với những nền văn minh khác trong vũ trụ.

S_{tt} là tuổi thọ của những xã hội văn minh đó. Khi một nền văn minh được phát triển đến một điểm cao, nó có thể tự hủy bằng những vũ khí hoặc những tai nạn có sức tàn phá khủng khiếp gây ra bởi chính nền văn minh đó. Những tai biến thiên nhiên như những vụ sao nổ, hoặc sự va chạm với những thiên thạch, tuy là những sự kiện hiếm có, cũng có thể tiêu diệt một nền văn minh.

Những hệ số trên không được ấn định và N là một số nào giữa một (tức là chỉ có nhân loại trên Trái đất) và mười tỉ ! Nghĩa là N là một ẩn số ! Tuy nhiên, nếu N lớn quá thì trên những hành tinh trong những hệ sao gần Hệ mặt trời có khả năng có "người" ở. Trong trường hợp này, Trái đất chúng ta đã bị "dân" ở những hệ sao lân cận có trình độ kĩ thuật cao xâm chiếm từ lâu. Nói chung, số nền văn minh trong dải Ngân hà không được biết rõ. Có giả thuyết cho rằng sự sống nẩy nở cùng một lúc, cách đây 4 tỉ năm, trong tất cả dải Ngân hà và các thiên hà khác, đặc biệt trên những hành tinh có điều kiện lí hóa thích hợp nhất cho sinh vật. Tuy nhiên, quá trình tiến hóa của mỗi nền văn minh khác biệt nhau.

34. Du hành trong dải Ngân hà

Những tàu tự động thăm dò hành tinh Hỏa và hành tinh Kim gần Trái đất không tìm thấy dấu vết của sự sống, mặc dầu những thiên thể này được coi là có khả năng có "người". Điều kiện hóa lí trên hai hành tinh này không thích hợp với sự nẩy nở sinh vật. Phóng tàu để thám hiểm Vũ trụ tốn rất nhiều năng lượng. Các nhà khoa học ước tính rằng kho dự trữ vũ khí hạt nhân hiện nay trên Trái đất lớn bằng một trăm nghìn triệu tấn (10^5 megaton) đơn vị chất nổ TNT (mục 21) cũng chỉ đủ để phóng một tàu vũ trụ chở một nghìn "nhà du hành" tới các ngôi sao gần Trái đất nhất. Vấn đề nan giải là tốc độ của tàu phải đủ cao để cuộc hành trình có thể tiến triển trong một thời gian ngắn tương đối với tuổi thọ trung bình của loài người.

Hiện nay, các nhà khoa học vẫn đang nghiên cứu khả năng dùng phản ứng tổng hợp hạt nhân để tạo ra năng lượng. Nguồn năng lượng của những phản ứng tổng hợp hạt nhân rất lớn so với những phản ứng phân hạch thường dùng trong những nhà máy điện nguyên tử. (Những phản ứng phân hạch làm vỡ hạt nhân của những nguyên tử nặng như urani và đồng thời phát ra năng lượng. Ngược lại, nguyên tắc của phản ứng tổng hợp hạt nhân là làm liên kết các hạt nhân nguyên tử nhẹ : bốn hạt nhân hiđrô liên kết với nhau thành một hạt nhân hêli). Những phản ứng tổng hợp hạt nhân khó thực hiện được nhưng phát ra nhiều năng lượng hơn những phản ứng phân hạch. Cứ một kilôgam nhiên liệu hiđrô phát ra được 200 triệu kilôoat giờ, tương ứng sản lượng hiện nay của nhà máy thủy điện Hòa Bình trong nửa tháng. Muốn thực hiện được những phản ứng tổng hợp hạt nhân trong phòng thí nghiệm cần phải tạo ra nhiệt độ hàng triệu độ và một từ trường rất lớn để "bẫy" những hạt nhân trong một thời gian tối thiểu để chúng có thể liên kết với nhau. Có vài thí nghiệm đã thực hiện được những điều kiện vật lí trên, nhưng chỉ trong một khoảnh khắc nên chưa có khả năng thực tiễn. Các nhà khoa học chưa điều khiển được những phản ứng tổng hợp hạt nhân như Mặt trời để tạo được năng lượng một cách điều hòa. Mặt trời là một lò phản ứng tổng hợp hạt nhân đốt nhiên liệu hiđrô thành hêli để tồn tại trong 10 tỉ năm mà không nổ. Bom khinh khí dùng những phản ứng tổng hợp nhưng không điều khiển được. Nếu các nhà khoa học chế ngự được năng lượng tổng hợp hạt nhân thì có thể phóng những tàu vũ trụ tới tốc độ bằng 1/10 tốc độ ánh sáng. Lúc đó muốn tới thăm dò hệ sao gần nhất, sao Anpha Xentauri, cách Trái đất 4 năm ánh sáng, cũng phải mất 40 năm đi và 40 năm về. Trừ khi những nhà thám hiểm tìm thấy trong hệ sao một hành tinh có thể ở được và định cư tại đó ! Ta có thể phóng máy dò tự động truyền (với tốc độ ánh sáng) số liệu bằng kĩ thuật vô tuyến xuống Trái đất, nhưng cũng phải đợi thêm 4 năm nữa mới thu được tín hiệu. Với trình độ khoa học hiện nay, việc chinh phục các thiên thể bằng tàu vũ trụ còn nằm trong phạm vi viễn tưởng, vì đòi hỏi quá nhiều năng lượng và kinh phí. Tàu vũ trụ phải chứa khoảng 40 nghìn tấn nhiên liệu hạt nhân mới đủ để phóng 3 nghìn tấn trọng tải lên tới sao Anpha Xentauri.

Có những nhà khoa học đưa ra đề án dựa trên độ tiến bộ của ngành khoa học kĩ thuật từ mấy thập niên gần đây để suy ra khả năng kĩ thuật phóng tên lửa và tàu vũ trụ trong tương lai. Họ tiên đoán rằng phải đợi tới cuối thế kỷ thứ 21 thì năng lượng tổng hợp hạt nhân mới được khai thác trên phạm vi rộng và sự thám hiểm bằng tàu vũ trụ mới có thể thực hiện được. Động cơ phản lực hạt nhân dùng đơteri (nặng gấp đôi hiđrô) và hêli 3 (nặng gấp ba hiđrô) để tổng hợp với nhau thành một hạt nhân hêli 4 (nặng gấp bốn hiđrô) và một prôtôn. Phải dùng

ương pháp ngăn ngừa tia độc hại phát ra bởi phản ứng này tuy tương đối không ạnh, nhưng cũng có thể làm tổn thương đến sức khỏe của người du hành. Hêli 3 đồng vị của hêli 4 và là một nguyên tố rất hiếm. Số lượng của hêli 3 chỉ bằng ột phần mười vạn số lượng của hêli 4. Có nhà khoa học có ý kiến khai thác khí uyển hành tinh Mộc để lấy hêli ! Tuy nhiên, kĩ thuật đẩy bằng máy phản lực hạt ân đã giới hạn tốc độ tới khoảng một phần mười tốc độ ánh sáng.

Muốn tăng cường tốc độ tàu vũ trụ tới gần bằng tốc độ ánh sáng, các nhà oa học giàu trí tưởng tượng đề nghị dùng sức đẩy tạo ra bởi phản ứng tự hủy ữa vật chất và phản vật chất, chẳng hạn prôtôn và phản prôtôn. Khi vật chất và ản vật chất gần nhau thì có khả năng tự hủy để phát ra năng lượng. Vì trong ũ trụ chỉ có vật chất nên ta phải chế ra phản vật chất. Và phải làm thế nào chứa ản vật chất cho không bị hủy. Có một khả năng khác là dùng nhiên liệu hiđrô, uyên tố nhiều nhất trong môi trường giữa các sao. Như vậy sẽ giải quyết được n đề phải tích nhiên liệu trong tàu, vì tàu liên tục hút nhiên liệu hiđrô thiên iên trong Vũ trụ. Tuy nhiên, những khả năng này còn nằm trong phạm vi khoa c viễn tưởng ! Theo thuyết tương đối hẹp của Anhxtanh (mục 6), khi tàu bay anh gần bằng ánh sáng, thời gian trong tàu dường như trôi chậm lại so với thời an trên Trái đất. Những người du hành khi trở về vẫn còn trẻ so với những người ng thế hệ ở lại trên Trái đất. Họ không nhìn thấy những bộ mặt quen thuộc, mà i gặp những người xa lạ của những thế hệ sau. Có một bất tiện khác là tác động a những hạt bụi trong môi trường giữa các sao, tuy ít nhưng cũng có thể bắn o tàu vũ trụ với tốc độ cao và làm mòn vỏ tàu.

5. Nghe lỏm tín hiệu của những nền văn minh kĩ thuật

Hiện nay, sự tìm kiếm những nền văn minh trong Vũ trụ dùng kĩ thuật thu n hiệu vô tuyến, tuy còn gặp rất nhiều khó khăn, nhưng có triển vọng hơn là óng tàu vũ trụ để thăm dò trực tiếp. Một phương pháp tìm kiếm những nền văn inh trong Vũ trụ là phát hiện những dấu hiệu do sự phát triển kĩ thuật của chính hững nền văn minh đó tạo ra. Khí quyển của Trái đất chứa những chất hóa học nhiễm, như nitơ ôxit trong khói thải xe hơi, hoặc chất fluorôcacbon dùng trong nghệ tạo ra nhiệt độ thấp và trong những bình xon khí bơm để làm gôm giữ óc. Có những nhà khoa học nghi rằng fluorôcacbon làm thủng tầng ôdôn cần thiết lọc những tia tử ngoại của Mặt trời. Những phân tử ô nhiễm này có thể phát ện bằng máy quang phổ của những viễn kính.

Ta cũng có thể "nghe lỏm" những tín hiệu viễn thông rađa, hoặc tín hiệu uyền thanh, truyền hình phát ra bởi một nền văn minh trên một hành tinh có át triển kĩ thuật tương tự như trên Trái đất. Tín hiệu của những đài truyền hình công suất một trăm tới một vạn kilôoat phát từ một địa điểm cách xa ta 2 năm h sáng, có thể thu được bằng những thiết bị hiện đại. Với kính vô tuyến lớn có ường kính 300 met đặt tại Arexibo ở Puecto Ricô, ta có thể phát hiện được những hiệu rađa 10 tỉ kilôoat phát ra từ trên một hành tinh trong một hệ sao cách ta 20 năm ánh sáng. Ở tầm xa này chỉ có khoảng 40 hệ sao, quá ít ỏi nên rất hy vọng có khả năng có sự sống. Nhưng nếu có phương tiện tài chính đủ để xây ột dãy một nghìn kính vô tuyến 100 met đường kính, thì ta có thể nghe lỏm tín iệu rađa phát từ trên một hành tinh cách xa Trái đất 250 năm ánh sáng. Tầm này bao gồm một thể tích trong Vũ trụ trong đó có khoảng một triệu hệ sao

nên có khả năng có nhiều nền văn minh kĩ thuật phát tín hiệu vô tuyến hơn. Từ tín hiệu thu được và đặc tính của loại sao, ta có thể suy ra vị trí và sự chuyển động của hành tinh trong hệ sao cùng kích thước của ăngten rađa được dùng bởi nền văn minh đó. Tín hiệu vô tuyến như rađa và truyền hình chỉ phát từng xung trên một miền phổ rất hẹp (độ rộng vài hec tới vài chục hec). Đó là những dấu hiệu đặc trưng dùng để nhận ra một tín hiệu "nhân tạo". Cho tới nay, chưa có một tín hiệu rađa hoặc truyền hình nào từ ngoài Trái đất đã lọt vào những máy thu.

36. Chiến lược tìm kiếm dấu vết của những nền văn minh ngoài Vũ trụ

Từ khi ngành vô tuyến thiên văn được phát triển, các nhà khoa học đã tìm cách liên lạc với những nền văn minh ngoài Vũ trụ. Ta tự hỏi phải tìm chúng trên bước sóng nào ? Ở những hướng nào trong Vũ trụ ? Muốn đạt được kết quả, họ phải khảo sát một cách có hệ thống rất nhiều sao và nhiều vùng trong phổ vô tuyến. Sự tìm kiếm những nền văn minh trong Vũ trụ có thể ví như tìm những đinh ghim trong một đống rơm ! Tuy nhiên, tình huống này không làm nản chí một số nhà vô tuyến thiên văn. Năm 1974, họ đã dùng vô tuyến viễn kính 300 met đường kính của đài thiên văn Arexibo để phát ra một thông điệp về hướng quần sao Vũ Tiên (Hercules) hình cầu (mang số M13 trong danh mục tinh vân của Metxiê), cách xa Trái đất 25 nghìn năm ánh sáng. Trong thông điệp ghi bằng mã những đặc điểm của Hệ mặt trời, cấu trúc của ADN (Axit Deoxyribonucleic), một phân tử gen di truyền, và một hình người. Quần sao Vũ Tiên là một tổ sao già có hơn một trăm nghìn sao (hình 45), nên có khả năng chứa một nền văn minh trên một hành tinh nào đó có kĩ thuật cao để trả lời thông điệp. Tuy thông điệp truyền đi với tốc độ ánh sáng nhân loại cũng phải kiên nhẫn đợi ít nhất 50 nghìn năm nữa may ra mới có hồi âm !

Đề án tìm kiếm những nền văn minh ngoài Trái đất SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence) của một số cơ quan khoa học trong đó có Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia Mỹ (National Aeronautics and Space Administration, NASA) đã được tiến hành từ ngót 30 năm nay. Trong những thập niên 70, một số vô tuyến viễn kính lớn đã được nhằm theo hướng ngót 700 ngôi sao gần nhất trong dải Ngân hà và cả trong vài thiên hà khác để thu những tín hiệu, đặc biệt trên bước sóng 21 và 18 xentimet. Công trình này cố nhiên chưa có hiệu quả, vì theo thống kê phải quan sát ít nhất mười vạn hệ sao thì may ra mới tìm thấy một nền văn minh. Những hệ sao được chọn để quan sát là loại có tuổi bằng Hệ mặt trời (tuổi khoảng 5 tỉ năm) hay già hơn, để sự sống có khả năng phát triển tới mức cao ít nhất bằng trình độ kĩ thuật hiện đại của nhân loại trên Trái đất. Còn lí do chọn bước sóng 21 xentimet vì đó là bước sóng của vạch nguyên tử hiđrô, nguyên tử thông thường nhất trong Vũ trụ. Bước sóng 18 xentimet là bước sóng của nguồn xạ made rất mạnh của phân tử OH trong Vũ trụ. Nếu tâm lí những nhà khoa học (nếu có) ở ngoài Trái đất giống tâm lí những nhà Vật lí thiên văn trên Trái đất thì có thể thúc đẩy họ phát ra những nguồn bức xạ trên hai bước sóng này, vì là hai bước sóng cơ bản trong lĩnh vực vật lí thiên văn. Tuy nhiên lí luận dựa trên tâm lí có thể không đúng. Sự tìm kiếm những nền văn minh là một vấn đề rất

phức tạp và cần có phương tiện xử lí rất nhiều số liệu để tính ra và nhận dạng những tín hiệu phát ra bởi những nền văn minh.

Muốn có triển vọng thu được tín hiệu này, phải dùng một phương pháp có hệ thống, dò từng miền thật nhỏ trong phổ vô tuyến và quan sát một số khá nhiều sao. Máy thu phải có nhiều kênh để thu được một miền phổ rất rộng (hàng nghìn megahec). Mỗi kênh phải có độ rộng bằng độ rộng của tín hiệu "nhân tạo", chỉ khoảng vài hec. Cũng như một máy thu thanh cần phải có nhiều kênh và có khả năng chỉnh sóng chính xác. Một đề án mới nhất của NASA gọi là HRMS (High Resolution Microwave Survey = Sự quan sát tổng quát trên bước sóng vô tuyến với độ phân giải cao trong phổ) được tiến hành trong hai giai đoạn. Giai đoạn đầu, các nhà khoa học sử dụng những vô tuyến viễn kính cỡ lớn (42 tới 300 met đường kính) trên thế giới và một máy thu có 2 tỉ kênh. Mỗi kênh có độ rộng 1 hec nên máy có khả năng hoạt động liên tục từ 1000 tới 3000 megahec. Chương trình quan sát chỉ giới hạn tới 1000 hệ sao loại Mặt trời. Trong giai đoạn hai, sự tìm kiếm được mở rộng ra khắp bầu trời, và dùng một angten nhỏ hơn (34 met đường kính) dành riêng cho công trình nghiên cứu này. Máy thu có 500 triệu kênh, mỗi kênh rộng 18 hec, hoạt động từ tần số 1000 tới 10000 megahec. Các nhà nghiên cứu đã chọn ngày 12 tháng 10, năm 1992 để khai mạc chương trình quan sát HRMS của NASA. Ngày đó có ý nghĩa đặc biệt, vì đúng là ngày nhà thám hiểm Colombutxơ (Colombus) phát hiện ra châu Mỹ đúng 500 năm trước. Trong trường hợp một đài thiên văn thu được tín hiệu của một nền văn minh thì phải loan báo cho những đài thiên văn khác để xác nhận. Sau khi tín hiệu vô tuyến được xác định là phát ra bởi một nền văn minh ngoài Trái đất thì sẽ được công báo tức khắc cho tất cả thế giới biết. Chương trình quan sát được dự định tiến hành tới năm 2001. Kinh phí hàng năm để thi hành công trình là 10 triệu đôla. Có những nhà khoa học cho rằng công trình này lãng phí, nhất là trong tình huống kinh tế hiện tại. Những nhà khoa học khác nghĩ rằng sự phát hiện một nền văn minh ngoài Trái đất là một sự kiện quan trọng không những về mặt sinh vật học, nhân chủng học và xã hội học mà còn cả về phương diện triết lí để thỏa mãn sự tò mò của nhân loại. Hơn nữa, họ cho rằng, dù không phát hiện được một nền văn minh nào trong vũ trụ, kĩ thuật phát triển trong công trình nghiên cứu này có thể được dùng để xử lí hình trong ngành y và để thăm dò tài nguyên trên Trái đất. Tuy nhiên, một số nhà khoa học cho rằng vấn đề tìm kiếm những tín hiệu "nhân tạo" trong Vũ trụ quá nan giải và đầy khả năng thất bại. Họ đề nghị trước hết nên tìm kiếm những phân tử hữu cơ, dấu vết của sự sống trong khí quyển của những sao chổi và của những hành tinh trong Hệ mặt trời. Đồng thời xúc tiến phong trào phát hiện những hành tinh ngoài Hệ mặt trời.

Sau hơn một năm hoạt động, thượng Nghị viện Mỹ quyết định cơ quan NASA phải chấm dứt tài trợ cho chương trình quan sát HRMS. Hiện nay, những nhà khoa học đã tìm được một ít tài trợ tư nhân để tiếp tục công trình nghiên cứu.

37. Sự va chạm giữa những thiên thể

Những thiên thể chuyển động trong Vũ trụ như những con tàu lềnh bềnh trên mặt biển mênh mông. Xác suất va chạm giữa những thiên thể rất thấp. Tuy nhiên, Vũ trụ không đồng đều, có nơi mật độ thiên thể cao. Thiên hà tập trung lại thành những quần thiên hà, nơi xác suất va chạm tương đối cao làm cho những thiên hà

có khả năng tương tác với nhau. Cũng như một hệ sao đôi, một thiên hà lớn có thể hút vật chất của một thiên hà nhỏ quay chung quanh, hoặc hai thiên hà đâm thẳng vào nhau và nhập thành một (hình 46).

Trong Hệ mặt trời có hành tinh và nhiều thiên thể nhỏ nên có khả năng va chạm. Trong quá trình tạo thành Hệ mặt trời, những hạt bụi ngưng tụ thành nhiều tiểu hành tinh, có đường kính vài trăm met tới vài trăm kilômet quay chung quanh Mặt trời. Có những vụn nhỏ, khi lọt vào khí quyển Trái đất với tốc độ khoảng 2 trăm nghìn kilômet một giờ, bị bốc cháy để lại những vệt sáng trên bầu trời ban đêm và thường được gọi là "sao băng". Trong Hệ mặt trời có một "vành đai thiên thạch", nơi tập trung những cục đá nhiều cỡ quay quanh Mặt trời, giữa quỹ đạo của hành tinh Hỏa (Mars) và hành tinh Mộc (Jupiter), cách xa Trái đất khoảng 270 triệu kilômet (hình 24). Thỉnh thoảng chúng va chạm nhau như những quả bóng bida rồi tách khỏi vành đai để tới gần quỹ đạo Trái đất. Mỗi năm có hàng nghìn thiên thạch to bằng những quả trứng vịt rơi xuống Trái đất. Những lõi sao chổi có đường kính lớn hàng chục kilômet tập trung ở một vùng xa Trái đất hàng trăm tỉ kilômet, ngoài hẳn quỹ đạo của hành tinh Diêm Vương (Pluton), hành tinh trong Hệ mặt trời xa Trái đất nhất. Nơi lõi sao chổi quy tụ gọi là đám mây Octơ (Oort), tên một nhà thiên văn học Hà Lan, người đầu tiên phát hiện ra đám mây đó. Khi có một đám mây khí và bụi trong Vũ trụ bay gần đám mây Octơ thì trường hấp dẫn của nó làm nhiễu và đẩy một hay nhiều lõi sao chổi về phía Trái đất và Mặt trời. Lúc đó lõi sao chổi có thể quay quanh Mặt trời theo một quỹ đạo hình elip và đến thăm viếng đều đặn Trái đất.

Tháng 11 năm 1992, sao chổi Suyphơ-Tơtơn (Swift-Tuttle) có chu kỳ 134 năm đã tới gần Trái đất ở khoảng cách 175 triệu kilômet, tức là bằng 460 lần khoảng cách giữa Mặt trăng và Trái đất. Dựa trên quỹ đạo, họ phỏng đoán rằng đến cuộc thăm viếng Trái đất lần sau vào năm 2126, sao chổi Suiphơ-Tơtơn có thể thay đổi quỹ đạo và sẽ chỉ cách Trái đất khoảng 22 triệu kilômet. Khả năng va chạm giữa sao chổi và Trái đất rất hiếm. Tuy nhiên nếu một thiên thạch to như một lõi sao chổi có đường kính 10 kilômet rơi xuống Trái đất có thể gây ra tai hại như hàng chục tỉ quả bom Hirôxima, với sức nổ ngót nửa tỉ triệu tấn (5×10^8 megaton) TNT ! Có giả thuyết cho rằng nguyên nhân của sự tiêu diệt giống thằn lằn khổng lồ là một lõi sao chổi rơi xuống Trái đất cách đây 65 triệu năm.

38. Một sự kiện kiếm có : những mảnh sao chổi bắn phá hành tinh Mộc

Đêm 18 tháng 3, năm 1993, hai nhà thiên văn học Sômêchcơ (Shoemaker) và Levy quan sát bầu trời với một viễn kính nhỏ (đường kính 46 xentimet) tại đài thiên văn Palôma (Polamar, vùng Califoocnia). Sau khi rửa những hình đã chụp, họ tình cờ phát hiện thấy một thiên thể cực kỳ lạ thường, hình dẹt dường như bị vỡ nát. Họ báo với một đồng nghiệp đang sử dụng một viễn kính lớn hơn (90 xentimet) tại đài thiên văn ở vùng Aridôna để bổ sung quan sát. Nhà thiên văn này không khỏi bàng hoàng khi thấy hình thiên thể giống như một chuỗi ngọc trai hiện trên nền trời tối đen (hình 47). Khi quan sát kĩ bằng một viễn kính lớn, 2,2 met đường kính, thì các nhà thiên văn học phát hiện nó là một sao chổi bị vỡ ra thành 21 mảnh. Họ càng ngạc nhiên khi thấy chuỗi sao chổi Sômechcơ-Levy quay quanh hành

Mộc và ước tính rằng những mảnh sao chổi sẽ đâm thẳng vào hành tinh Mộc ngày 16 tới ngày 22 tháng 7, năm 1994 (hình 48).

Khả năng va chạm giữa một thiên thể lớn như sao chổi và một hành tinh rất m. Cho nên sự kiện sao chổi Sômechcơ-Levy rơi xuống hành tinh Mộc đã gây ý cho nhiều nhà thiên văn trên thế giới nghiên cứu chuyên về những hành tinh ng Hệ mặt trời. Dựa trên những đặc trưng của quỹ đạo sao chổi, họ đoán rằng chổi đã quay quanh hành tinh Mộc từ ít nhất hàng chục năm nay. Trước đó chổi quay chung quanh Mặt trời, sau bị hút vào trường hấp dẫn của hành tinh c. Tháng 7 năm 1992, sao chổi bay là trên tầng khí quyển của hành tinh Mộc chỉ cách hành tinh khoảng 50 nghìn kilômet. Khi tiến đến gần hành tinh Mộc, sức hút không đồng đều của lực hấp dẫn của hành tinh, phía sao chổi gần hành h bị hút mạnh hơn là phía xa hành tinh, nên sao chổi bị biến dạng và vỡ ra g mảnh. Hiện tượng động lực này giống thủy triều do sức hút của Mặt trăng Mặt trời làm mặt biển trên Trái đất dâng lên và rút xuống. Những mảnh sao i có kích thước khoảng vài kilômet quay quanh hành tinh Mộc theo một quỹ đạo t elip, dần dần lánh xa hành tinh (hình 48). Một năm sau (tháng 7, 1993), sao i cách xa hành tinh nhất (50 triệu kilômet) và sau đó lại tiến về phía hành tinh. c nhà thiên văn đo được chính xác quỹ đạo và tiên đoán bắt đầu từ ngày 16 tới y 22 tháng 7 năm 1994, những mảnh sao chổi lần lượt rơi xuống hành tinh. m chạm đích ở phía sau hành tinh Mộc nên không nhìn thấy trực tiếp từ Trái bằng viễn kính. Tuy nhiên, vì địa điểm rơi ở ngay gần mép hành tinh và vì nh tinh tự quay tương đối nhanh (chu kì tự quay 9 giờ 50 phút so với chu kì giờ 56 phút của Trái đất), nên chỉ vài chục phút sau các nhà thiên văn có thể n sát thấy điểm chạm đích trên hành tinh và hiệu quả của sự va chạm.

Nhờ sự tiên đoán rất chính xác vị trí và thời điểm chạm đích nên đây là sự n thiên văn đầu tiên mà các nhà khoa học có thể quan sát hiệu quả của sự va m chỉ vài chục phút sau lúc chạm đích. Các viễn kính lớn trên toàn thế giới và viễn kính phóng lên không trung, hoạt động trên các bước sóng khả kiến, hồng ại và vô tuyến đã được huy động để quan sát hiện tượng vô cùng hiếm có này. y 16 tháng 7 năm 1994 hồi 19 giờ 59 phút GMT (giờ quốc tế tính theo kinh yến Grinuyt nước Anh) mảnh sao chổi đầu tiên chạm đích trên hành tinh Mộc. ảnh thứ hai rơi xuống hành tinh 7 giờ sau. Tất cả những mảnh nối đuôi nhau ư toa một con tàu lần lượt tàn phá mặt hành tinh Mộc trong một tuần lễ. Có nh đã bị bốc thành khí và bụi trước khi rơi xuống hành tinh. Những mảnh sao i như những tảng nước đá khổng lồ trộn với bụi, những tảng lớn có đường kính ay 4 kilômet, đâm vào hành tinh với tốc độ khoảng 200 nghìn kilômet/giờ. Những nh lớn có năng lượng tàn phá bằng hàng trăm nghìn quả bom khinh khí làm c ra những đám mây nấm nguyên tử và những tia lửa như pháo bông cao hàng m kilômet. Ảnh chụp bởi viễn kính vũ trụ Hơpbơn phóng ra ngoài khí quyển i đất để quan sát các thiên thể trong điều kiện tối ưu cho ta thấy sức tàn phá a 8 mảnh trong số 21 mảnh sao chổi (hình 49). Những vết thương in trên mặt nh tinh Mộc có kích thước nhỏ nhất là vài trăm kilômet và lớn nhất là hàng hìn kilômet. Cường độ của nguồn bức xạ vô tuyến của hành tinh Mộc tăng đột ột sau khi những mảnh sao chổi rơi xuống hành tinh vì khí quyển của hành tinh hun nóng. Những vạch phân tử cacbon oxit (CO) và cacbon sunfua (CS) đã được o ra bởi những hiệu ứng hóa học trong môi trường hành tinh Mộc sau khi bị

nhiễu bởi sự va chạm. Hai tháng sau khi bị những mảnh sao chổi bắn phá, những vết thương còn tồn tại trên mặt hành tinh.

Trong suốt thời gian quan sát, những bản tin truyền bằng mạng thông tin điện tử từ đài thiên văn này tới đài thiên văn khác tới tấp thông báo kết quả cho nhau. Hành tinh Mộc lớn bằng 11 lần Trái đất nhưng thành phần vật chất của hành tinh chủ yếu là khí hiđrô và hêli và một ít khí phân tử như metan, amôniac, nước và axêtilen. Nhờ những mảnh sao chổi bởi vật chất của hành tinh bắn ra ngoài, nên các nhà khoa học có thể quan sát được thành phần của vật chất ở trong lòng hành tinh. Đồng thời vật chất trong những mảnh sao chổi cũng bốc ra. Có giả thuyết cho rằng chính các sao chổi đã rắc những vật chất mầm mống của sự sống trên Trái đất. Sự phân tích khí của sao chổi bằng máy quang phổ có thể giải thích phần nào vấn đề này. Các nhà thiên văn học hiện đang xử lí những số liệu đã thu thập được để tìm hiểu tác động của sự va chạm và quá trình lí hóa trong hành tinh Mộc.

Sự va chạm với những mảnh sao chổi đã làm rung động hành tinh Mộc như sau một vụ "động đất" khổng lồ. May mà sự kiện này không xẩy ra trên Trái đất !

39. Những biện pháp phòng ngừa thiên thạch rơi xuống Trái đất

Năm 1991, theo đề nghị của quốc hội Mĩ, cơ quan NASA mở một chương trình ước lượng nguy cơ do sự va chạm giữa những thiên thạch với Trái đất và những biện pháp phòng ngừa. Có hàng trăm thiên thạch có đường kính ít nhất 100 met có khả năng va chạm với Trái đất. Những thiên thể này được gọi là những "Vật gần Trái đất" (NEO, Near Earth Objects). Mới đây những vụ quan sát qua viễn kính cho biết có một thiên thạch lớn khoảng 10 met tiến về hướng Trái đất. Khoảng cách của nó chỉ là 10 vạn kilômet, tức là gần hơn cả Mặt trăng. Hiện nay trên mặt Trái đất có hơn một trăm hố tạo ra bởi những thiên thạch. Cách đây 5 vạn năm, một thiên thạch rơi xuống vùng Aridôna và đào một hố rộng có đường kính khoảng một kilômet. Khi vào tới khí quyển Trái đất, các thiên thạch có kích thước dưới khoảng 100 met thường vỡ ra từng mảnh và nổ như những quả bom nguyên tử. Tháng 6 năm 1908, một thiên thạch nổ trên bầu trời vùng Tungutsca (Tunguska) ở Sibêri như một quả bom 10 triệu tấn TNT, san phẳng một khu rừng rộng 2 nghìn kilômet vuông. Cứ vài nghìn năm lại có khả năng có một sự kiện như vậy. Sự va chạm với những thiên thạch cỡ lớn hơn càng hiếm. Chẳng hạn, cứ 500 nghìn năm mới có một thiên thạch có đường kính 1 kilômet có khả năng rơi xuống Trái đất. Những thiên thạch cỡ này có thể phát hiện được dễ dàng trong những viễn kính.

Muốn tránh những tai nạn, tuy rất hiếm, gây ra bởi những thiên thạch, ta phải phát hiện chúng đủ sớm để có thời giờ dùng những biện pháp phòng ngừa (hình 50). Ta phải có kĩ thuật làm chệch hướng chuyển động của chúng. Có thể bắn một tên lửa đúng vào mục tiêu, hoặc gắn vào thiên thạch một hệ thống đẩy, hay dùng bom kinh khí để đổi quỹ đạo của thiên thạch. Một tên lửa nặng 200 kilôgam cũng đủ để làm chệch hướng một thiện thạch có 100 met đường kính. Những thiên thạch lớn hơn có đường kính khoảng 1 kilômet phải được phát hiện rất sớm để dùng một phương pháp đào thiên thạch trong nhiều năm. Vật chất phun ra ngoài như một động cơ phản lực và đẩy thiên thạch ra một quỹ đạo khác. Cũng có thể làm nổ bom khinh khí bên cạnh thiên thạch. Những nơtrôn phát ra bởi quả

bom khinh khí chiếu phóng xạ và làm lở thiên thạch. Nhiệt độ và áp lực trong thiên thạch bỗng tăng lên. Một phần vì áp lực, một phần bị lở nên thiên thạch thay đổi tốc độ và quỹ đạo. Muốn có hiệu quả, biện pháp để đẩy một thiên thạch có đường kính 1 kilômet phải dùng bom với sức nổ mạnh ít nhất 100 nghìn tấn TNT, bằng hàng chục quả bom thả trên thành phố Hirôxima. Tuy những phương pháp phòng ngừa kể trên nằm trong khả năng kĩ thuật hiện đại, nhưng sự thực hiện những thiết bị đòi hỏi quá nhiều kinh phí, không xứng đáng với những tai nạn rất hiếm do thiên thạch gây ra.

40. Kĩ thuật vô tuyến phục vụ ngành khí tượng

Tình trạng của khí hậu bị chi phối bởi điều kiện lí hóa của khí quyển Trái đất. Nhiệt độ, áp lực và độ ẩm của tầng khí quyển và tốc độ gió là những yếu tố quan trọng trong công việc dự báo thời tiết. Những số liệu phải được thu thập một cách đại quy mô trên toàn thể khí quyển chung quanh Trái đất và được xử lí bằng những mô hình lí thuyết dùng máy tính điện tử lớn. Muốn dự báo thời tiết một cách chính xác, các nhà khảo sát khí tượng phải đặt những trạm thăm dò khí quyển, không được cách xa nhau quá 150 tới 300 kilômet. Cứ 6 tới 12 tiếng đồng hồ, các trạm phải thu số liệu của khí quyển, đặc biệt là sự phân bố nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió từ mặt đất tới độ cao khoảng 30 kilômet. Hiện nay, số trạm thăm dò đặt trên mặt đất hãy còn quá ít để đạt được yêu cầu. Tuy nhiên, một số vệ tinh được phóng để quan sát toàn thể khí quyển và bổ sung việc thu số liệu. Những vệ tinh địa tĩnh (đứng yên trên không trung so với Trái đất) ở độ cao khoảng 36 nghìn kilômet quan sát liên tục những khu vực xác định trên Trái đất. Cũng có những vệ tinh quay quanh Trái đất nhưng chỉ ở độ cao 800 - 900 kilômet, thường xuyên cứ 6 tiếng lại bay qua một vùng để quan sát. Trong những vùng không bị mây che, hệ thống vệ tinh dùng những sóng hồng ngoại để đo nhiệt độ và độ ẩm trong khí quyển. Tia hồng ngoại bị hấp thụ bởi những đám mây và nước mưa. Trái lại, sóng vô tuyến có khả năng đi qua mây dễ hơn. Cho nên trong những vùng khí quyển có nhiều mây hoặc bị nhiễu bởi những cơn bão, các nhà làm khí tượng phải dùng kĩ thuật thăm dò bằng sóng vô tuyến.

Trong khí quyển Trái đất có nhiều phân tử. Sự quan sát vạch phổ vô tuyến của phân tử ôxi (tần số 118 nghìn megahec) và phân tử hơi nước (tần số 183 nghìn megahec) trong khí quyển là một phương tiện hiện đại dùng trong ngành khí tượng để xác định điều kiện lí hóa. Kĩ thuật dò khí quyển bằng những vạch phân tử xuất phát từ sự phát triển của ngành thiên văn vô tuyến. Kĩ thuật làm những máy thu tín hiệu vô tuyến ngày càng ít tiếng ồn để quan sát những vạch phân tử trong môi trường giữa các sao đã được áp dụng trong ngành khí tượng. Những vệ tinh khí tượng hiện nay có những kênh hoạt động trên lĩnh vực sóng vô tuyến. Sự phối hợp những quan sát trong vùng sóng hồng ngoại và sóng vô tuyến có thể đáp ứng được nhu cầu dự báo thời tiết ngắn hạn (dưới 2 ngày) và dài hạn (tới 2 tuần). Có những trường hợp quá trình tiến triển của khí quyển quá nhanh nên mô hình dự báo không đủ hoàn hảo để tiên đoán chính xác sức mạnh của những cơn bão.

Trong tầng khí quyển dày 80 kilômet, có hàng chục phân tử phản ứng với nhau. Đặc biệt là vạch phân tử ôdôn phát ra trên tần số 110 nghìn megahec. Các nhà khoa học phát hiện được rằng tầng khí ôdôn ở trên đỉnh vùng núi Nam cực

bị hủy bởi những chất hóa học có clo, như ôxit clo (ClO). Sự quan sát các phân tử trong khí quyển cùng những mô hình lí thuyết gồm hàng trăm phản ứng hóa học đã được thực hiện để nghiên cứu quá trình tiến triển của tầng ôdôn. Như ta đã biết, tầng ôdôn rất cần để che chở sinh vật trên Trái đất chống lại những tia tử ngoại phát từ Mặt trời.

41. Những hậu quả của nền văn minh kĩ thuật. Sinh thái học

Cuộc cách mạng kĩ thuật đang nâng cao tiện nghi vật chất của chúng ta và sự khai thác đại quy mô những tài nguyên trên Trái đất đang trở thành những mối lo âu cho những nhà sinh thái học bảo vệ môi trường. Điều kiện lí hóa trên toàn bộ Trái đất có khả năng thay đổi nếu nhân loại không điều khiển được những tác động gây ra bởi nhu cầu của nền văn minh hiện đại.

Khí điôxit cacbon phát ra bởi các xí nghiệp có thể làm tăng dần nhiệt độ của khí quyển như trong một nhà kính. Hiệu ứng "nhà kính" là do tác động của khí điôxit cacbon đóng vai trò một cái vung ngăn hơi nóng bốc ra ngoài khí quyển. Tầng khí ôdôn cần thiết cho sự bảo tồn của sự sống trên Trái đất cũng đã bị thủng một phần. Mật độ của ôdôn tăng từ mặt đất lên cao và tối đa ở độ cao 30 kilômet. Sự phân phối phân tử trong khí quyển Trái đất hiện nay là 78 phần trăm nitơ, 21 phần trăm ôxi, còn lại là những phân tử khác như cacbon điôxit. Phân tử ôdôn tương đối hiếm so với những phân tử khác trong khí quyển. Trên một triệu phân tử, chỉ có khoảng 8 phân tử ôdôn. Ôdôn là một phân tử có 3 nguyên tử ôxi (O_3) được tổng hợp bằng quá trình hóa học giữa một nguyên tử ôxi (O) và một phân tử ôxi (O_2). Sự thăng bằng giữa quá trình tạo ra ôdôn và quá trình hủy ôdôn làm cho mật độ của tầng ôdôn không thay đổi. Những loại khí như cacbon điôxit và mêtan bốc ra từ các vùng công nghiệp bay lên cao biến thành những thành phần hóa học có khả năng phá hủy ôdôn. Sự sản xuất các chất có clo và flo gọi là cloflo cacbua (CFC) dùng trong kĩ nghệ sử dụng nhiệt độ rất thấp, những bình phun v.v... ngày càng tăng. Những chất CFC khi bốc lên cao bị hủy và phát ra clo có khả năng phá hoại lớn đối với tầng ôdôn. Tác động của chúng chậm vì thời gian CFC bốc từ mặt đất lên tới tầng khí ôdôn phải ít nhất hàng chục năm. Sự làm thủng tầng ôdôn hiện nay là hậu quả của CFC phát ra từ khoảng 20 năm trước. Trong vòng 30 năm, bắt đầu từ những thập niên 60, chiều dày của tầng ôdôn đã giảm xuống một nửa, nhất là ở bầu trời Nam cực. Vì ở Nam cực khí hậu lạnh hơn ở Bắc cực và khí quyển không chuyển động nhiều nên các tầng lớp trong khí quyển không được thay đổi luôn. Hơi nước trong khí quyển đóng thành băng và phản ứng với clo để tạo ra những chất hóa học có khả năng phá hủy ôdôn mạnh hơn. Những chất phun ra từ núi lửa cũng làm giảm mật độ của tầng ôdôn. Sự giảm độ dày của tầng ôdôn có thể có tác động trong tương lai xa tới sự biến đổi về di truyền của sinh vật trên Trái đất vì không được che chở khỏi tia tử ngoại. Mật độ của khí quyển ôdôn có thể được kiểm tra thường xuyên bằng cách đo vạch phân tử ôdôn trên những bước sóng vô tuyến.

Tầng ôdôn trên cao rất hữu ích cho nhân loại vì nó chặn những tia tử ngoại độc hại của Mặt trời. Trái lại, nếu khí ôdôn có trên mặt đất thì nó có tác hại cho sức khỏe vì ôdôn là một loại khí có khả năng làm viêm mắt hay phế quản. Khói

thải xe hơi biến thành khí ôdôn nên là một nguồn ô nhiễm tại những đô thị lớn trong mùa nóng nực.

Sự phát triển kĩ thuật còn có ảnh hưởng tới ngành thiên văn học. Bầu trời ban đêm với dải Ngân hà và những ngôi sao lấp lánh đã truyền cảm hứng cho bao nhiêu nhà thi sĩ viết những áng thơ hay. Vũ trụ là một kho tàng quý báu nhờ đó mà chúng ta đang tìm hiểu về cội nguồn của nhân loại. Dải Ngân hà bị chìm đắm trong ánh sáng của những thành phố hoa lệ. Muốn ngắm Ngân hà, ta phải tới những vùng nông thôn hoặc leo lên những ngọn núi cao. Vì khí quyển bị ô nhiễm nên bầu trời bị lu mờ. Khí quyển không những bị ô nhiễm trong vùng phổ khả kiến mà cả trong lĩnh vực sóng vô tuyến. Những tín hiệu vô tuyến chủ yếu trong vùng sóng dài (sóng xentimet) phát ra bởi những đài truyền hình, những rađa của những hệ thống viễn thông và những vệ tinh nhân tạo là những nguồn nhiễu xạ làm cản trở sự quan sát những tín hiệu từ Vũ trụ tới. Những đài vô tuyến thiên văn thường được đặt ở những nơi hẻo lánh, xa những vùng công nghiệp hoặc ở những thung lũng để đồi núi làm màn chắn nhiễu xạ. Một số nhà khoa học có đề án đặt một trạm quan sát Vũ trụ trên phía che khuất của Mặt trăng để khỏi bị ảnh hưởng của bức xạ ô nhiễm phát ra từ phía Trái đất.

Một Hội đồng quốc tế về vô tuyến viễn thông đã được thành lập để phân phối từng vùng phổ vô tuyến cho công nghiệp, viễn thông, nghiên cứu không gian vũ trụ, thăm dò tài nguyên và khí hậu trên Trái đất bằng vệ tinh và thiên văn vô tuyến. Những dải sóng vô tuyến dành cho ngành thiên văn đã được chọn để có thể quan sát những vạch nguyên tử và phân tử thông thường nhất, như nguyên tử hiđrô (bước sóng 21 xentimet), phân tử OH (18 xentimet), hơi nước (1,2 xentimet), cacbon ôxit CO (2,3 milimet) v.v... Tuy nhiên, điều kiện quan sát thiên văn trở nên gay go, vì càng ngày càng có nhiều vệ tinh dùng trong những hệ thống truyền hình và hướng dẫn hàng hải phát tín hiệu từ không trung xuống. Một lí do nữa là máy thu tín hiệu dùng trong ngành vô tuyến thiên văn càng ngày càng nhạy nên rất "thính" nhiễu. Một hội nghị trong tháng 7, năm 1992 do Hội Thiên văn quốc tế và Tổ chức Giáo dục Khoa học và Văn hóa của Liên hiệp quốc (UNESCO) tổ chức tại Paris đã thông báo một bản tuyên ngôn kêu gọi làm giảm bớt tác động nghịch lí của môi trường với thiên văn. "Bầu trời, nguồn cảm hứng của toàn thể nhân loại, đang trở nên tăm tối thậm chí có thể không được thế hệ trẻ biết tới. Một yếu tố chủ yếu của nền văn minh và văn hóa của chúng ta có thể bị mất đi một cách nhanh chóng... Hội nghị này tin tưởng rằng đây là một vấn đề có ý nghĩa toàn cầu cần được nêu lên để sử dụng mọi phương tiện hòng bảo trợ cho ngành Thiên văn học. Cần bảo vệ những điều kiện quan sát không bị ô nhiễm của các đài Thiên văn hiện đại nhất, nơi di sản của thế giới...".

42. Triển vọng ngành thiên văn tại nước ta

Vật lí thiên văn là một trong những ngành khoa học cơ bản được coi chỉ nên phát triển tại những nước có khả năng kĩ thuật và kinh tế cao. Mục tiêu của ngành khoa học này không được phổ biến rộng rãi, và thường được coi như chỉ dùng toán học để nghiên cứu sự chuyển động của các hành tinh để tiên đoán nhật thực và nguyệt thực, hoặc để phục vụ ngành chiêm tinh. Trên thềm thế kỉ thứ 21, ngành thiên văn học đã dùng tất cả những phát hiện về Vật lí trong gần cả một thế kỉ

để tìm hiểu Vũ trụ và cội nguồn của nhân loại. Giải Nôben Vật lí năm 1993 đã được trao cho hai nhà Vật lí thiên văn người Mĩ để tặng thưởng công trình của hai ông dùng punxa như một phòng thí nghiệm để phát hiện ra sóng hấp dẫn, tiên đoán bởi nhà bác học Anhxtanh.

Nước ta đã có một truyền thống thiên văn lâu đời. Những sự kiện xẩy ra trên bầu trời như sự xuất hiện sao siêu mới năm 1460 đã được ghi trong Đại Việt Sử kí toàn Thư (chương 3). Trong công trình phát triển các ngành khoa học và kĩ thuật trong nước mấy năm gần đây, Thiên văn học đã được chú trọng tới. Hội Thiên văn Việt Nam đã được thành lập trong tháng tư năm 1993. Nước ta cũng có đại biểu trong Hội Thiên văn Quốc tế. Sự phát triển ngành vật lí thiên văn hiện đại tại nước ta là một công trình dài hạn. Tuy nhiên, có một số biện pháp có thể thực hiện được mà không đòi hỏi nhiều kinh phí. Mục tiêu đầu tiên là giới thiệu ngành vật lí thiên văn trong các trường Trung học và đào tạo một số cán bộ đầu ngành về vật lí thiên văn trong các trường Đại học. Vì nghiên cứu vật lí thiên văn phải dựa trên những sự kiện quan sát thấy trong Vũ trụ, sinh viên phải có khả năng dùng những viễn kính nhỏ của những nhà thiên văn nghiệp dư để thực tập. Nước ta ở trong vùng nhiệt đới, khí hậu ẩm và nóng nên không có những điều kiện tối ưu để quan sát các thiên thể trong vùng phổ khả kiến. Ánh sáng phát ra từ Vũ trụ bị hấp thụ bởi hơi nước trong khí quyển. Ở vùng nhiệt đới khí quyển hay bị loạn lưu (xáo động) làm giảm khả năng phân giải của viễn kính nên ảnh thiên thể không được rõ. Trái lại, bức xạ phát ra bởi các thiên thể trong vùng phổ vô tuyến, đặc biệt trên lĩnh vực xentimet, không bị hấp thụ bởi khí quyển và không bị ảnh hưởng của loạn lưu. Thiên văn vô tuyến có phần nào thích hợp với điều kiện khí hậu của nước ta hơn. Những nước như Ấn Độ đã đặc biệt chú ý vào ngành Thiên văn vô tuyến và xây những kính vô tuyến để quan sát Vũ trụ.

43. Nhật thực toàn phần tại bầu trời Việt Nam năm 1995

Ngày 24 tháng 10 năm 1995, sẽ có nhật thực toàn phần ở miền nam Việt Nam. Mặt trăng che khuất toàn bộ đĩa Mặt trời. Nhật thực xẩy ra khi Mặt trăng ở cùng một hướng với Mặt trời và Trái đất và chen vào giữa hai thiên thể này. Đường kính biểu kiến của Mặt trăng và Mặt trời gần bằng nhau. Khoảng cách giữa những thiên thể này thay đổi chút ít tùy theo vị trí trên quỹ đạo nên khi quan sát từ Trái đất, Mặt trăng có thể nhỏ hay to hơn Mặt trời một chút. Khi Mặt trăng nhỏ hơn Mặt trời thì chỉ che phần trung tâm đĩa Mặt trời. Mặt trời hiện ra với một viền sáng chung quanh ; đó là nhật thực hình khuyên. Trường hợp Mặt trăng to hơn Mặt trời thì đĩa Mặt trời bị che toàn bộ ; đó là nhật thực toàn phần (hình 51). Vùng trong bóng tối của Mặt trăng chiếu trên mặt Trái đất là vùng có nhật thực toàn phần (vùng 1), còn vùng trong bóng mờ là vùng nhật thực một phần (vùng 2). Vì Mặt trăng di chuyển chung quanh quỹ đạo nên bóng Mặt trăng chuyển động nhanh trên mặt Trái đất. Ở một địa điểm, nhật thực không kéo dài quá khoảng 7 phút. Nhật thực toàn phần tiến triển trên một dải đất đai hẹp quanh Trái đất không rộng quá 270 kilômet. Nhật thực một phần có thể nhìn thấy trong một khu vực rộng khoảng 6000 kilômet. Mỗi năm có ít nhất hai và nhiều nhất bốn hay năm nhật thực. Trung bình cứ 18 tháng mới có một nhật thực toàn phần ở một địa phương nào đó trên Trái đất. Nhưng ở một địa điểm nhất định phải đợi trung bình 360 năm mới nhìn thấy một nhật thực toàn phần. Độ lớn của nhật thực là tỉ số giữa phần đường kính của Mặt trời bị Mặt trăng che (ở thời điểm bị che nhiều

nhất) so với đường kính của Mặt trời. Độ lớn của nhật thực toàn phần là 1 và độ lớn của nhật thực một phần nhỏ hơn 1.

Nhật thực ngày 24 tháng 10 năm 1995 sẽ toàn phần ở những khu vực miền nam Việt Nam, trên một dải đất từ Phan Thiết tới Lộc Ninh có bề rộng chừng 78 kilômet (hình 52). Tại Đà Lạt và thành phố Hồ Chí Minh, Mặt trời bị che tới 98% (độ lớn của nhật thực 0,98). Tại thủ đô Hà Nội có nhật thực một phần với độ lớn chỉ bằng 0,78. Bảng 2 ghi thời điểm (giờ Việt Nam) và độ che của nhật thực tại một số địa phương. Tại các địa phương trên dải có nhật thực toàn phần như tỉnh Phan Thiết, Mặt trời bị che toàn bộ trong 1 phút 54 giây, bắt đầu từ 11 giờ 13 phút 24 giây đến 11 giờ 15 phút 18 giây. Mặt trăng bắt đầu lấn vào đĩa Mặt trời ngay từ buổi sáng lúc 9h 38 phút và ra khỏi đĩa Mặt trời lúc 12 giờ 55 phút.

Ta nên chú ý là muốn quan sát Mặt trời, dù trong thời điểm Mặt trời bị che bởi Mặt trăng, cũng phải dùng những phương tiện thích hợp để che mắt. Vì bức xạ Mặt trời rất mạnh nên nếu nhìn thẳng vào Mặt trời dù chỉ ít giây đồng hồ cũng bị lòa. Đeo kính râm cũng không đủ sẫm để che mắt. Phương tiện đơn giản nhất là hơ đen những mảnh kính bằng một ngọn nến hoặc chập những lớp phim ảnh thật đen vào nhau (phim đã bị lộ ánh sáng và rửa ra thành màu đen) rồi để trước hai mắt. Các nhà thiên văn dùng viễn kính quan sát và chiếu ảnh Mặt trời lên màn hình.

Thời gian nhật thực toàn phần là một dịp để ta có thể quan sát nhật hoa, vành sáng rộng hàng triệu kilômet quây chung quanh đĩa Mặt trời (hình 53). Vành nhật hoa là một môi trường nóng hàng triệu độ nhưng rất loãng. Mật độ vật chất trong nhật hoa chỉ bằng một phần mười vạn tỉ lần (10^{-14}) mật độ của khí quyển Trái đất. Vành nhật hoa chỉ sáng bằng trăng rằm. Cho nên bình thường, ánh sáng của nó bị át bởi độ chói của đĩa Mặt trời. Khi đĩa Mặt trời bị Mặt trăng che, là lúc chúng ta có thể quan sát được vành nhật hoa. Để quan sát thường xuyên vành nhật hoa, các nhà thiên văn dùng một dụng cụ gọi là "nhật hoa kí" để che ảnh của đĩa Mặt trời trong viễn kính. Nhật hoa phun ra hàng triệu tấn vật chất mỗi giây, chủ yếu là các hạt iôn, như một luồng gió gọi là "gió Mặt trời". Trong những thời kì hoạt động tối đa, những hạt phun ra bởi Mặt trời làm nhiễu từ trường của Trái đất, tạo ra những cơn "bão từ". Mật độ các hạt iôn của tầng điện li chung quanh Trái đất cũng thay đổi và làm nhiễu vô tuyến viễn thông.

Những hạt iôn hóa trong nhật hoa phát ra bức xạ vô tuyến mạnh nhất trong vùng sóng xentimet và met. Cho nên, "ảnh" Mặt trời "chụp" trong vùng sóng vô tuyến to hơn đĩa Mặt trời. Bức xạ vô tuyến của Mặt trời đã được phát hiện tình cờ năm 1942 bởi những rađa quân sự phòng thủ lãnh thổ nước Anh. Mặt trời là ngôi sao gần chúng ta nhất nên phát ra nguồn bức xạ vô tuyến mạnh hơn các thiên thể khác. Ta có thể làm một vô tuyến viễn kính nhỏ để quan sát Mặt trời trong dịp nhật thực toàn phần tại Việt Nam. Kĩ thuật làm kính vô tuyến để thu bức xạ Mặt trời có liên quan trực tiếp với kĩ thuật điện tử làm máy thu thanh và truyền hình nên tương đối đơn giản và nằm trong khả năng của các nhà nghiên cứu vật lí ứng dụng trong nước. Ta cần hai ăngten lưỡng cực truyền hình đặt cách xa nhau khoảng 20 mét để bắt tín hiệu vô tuyến của Mặt trời trên tần số khoảng 600 megahec. Tín hiệu thu bởi mỗi ăngten, sau khi được khuếch đại sẽ tương giao với nhau theo nguyên tắc giao thoa (mục 17 và 20) và được thu vào một máy truyền hình sau đó truyền vào một detectơ (máy dò). Một máy vi tính thu và xử lí số liệu.

Ta có thể so sánh và nhận xét thấy sự thay đổi của bức xạ Mặt trời trước, trong và sau thời gian nhật thực.

44. Nghiên cứu Vật lí Thiên văn để làm gì ?

Thiên văn học là một trong những ngành khoa học cơ bản nhất và đang được đánh giá cao bởi quảng đại quần chúng trên thế giới. Mục tiêu đầu tiên của ngành thiên văn từ thời thượng cổ tới nay là quan sát bầu trời. Sự áp dụng kết quả quan sát để phục vụ con người đã thay đổi rất nhiều qua các thời đại. Tổ tiên chúng ta chủ yếu áp dụng những hiện tượng quan sát trong Vũ trụ vào ngành chiêm tinh để tiên đoán vận mệnh của nhân loại. Nhờ sự tiến triển của các ngành khoa học tự nhiên trong những thế kỉ gần đây, ngành thiên văn học đã bước vào một giai đoạn khoa học thuần túy, dùng toán học để tìm hiểu những định luật cơ bản chi phối sự chuyển động của các thiên thể. Thế kỉ thứ 20 đã mang lại nhiều thành tựu cho ngành vật lí và khoa học kĩ thuật. Do đó, ngành thiên văn đã đổi hướng và Vũ trụ được coi là một phòng thí nghiệm thiên nhiên lí tưởng trong đó có đủ những hiện tượng lí hóa kể cả những hiện tượng không thực hiện được trong các phòng thí nghiệm trên Trái đất. Phạm vi nghiên cứu thiên văn đã được mở rộng, từ Trái đất, Hệ mặt trời, những hệ sao cho tới những thiên hà xa xăm nhất trong Vũ trụ. Những thành tựu của khoa học hiện đại đã được áp dụng để đi ngược thời gian nghiên cứu quá trình tiến triển và nguồn gốc của Vũ trụ. Sự tìm hiểu cội nguồn của nhân loại là một vấn đề liên quan tới ngành triết học. Cứ 3 năm một lần, hội Thiên văn Quốc tế tổ chức hội thảo tụ tập hàng nghìn nhà thiên văn trên thế giới để báo cáo những công trình nghiên cứu mới nhất của họ và trao đổi ý kiến.

Qua những vấn đề đã trình bầy, ta nhận thấy ngành Thiên văn học không những chỉ có mục tiêu tìm hiểu Vũ trụ mà còn liên quan đến nhiều lĩnh vực kĩ thuật và khoa học tự nhiên. Những đài truyền hình thường phát tín hiệu vô tuyến trên những tần số khoảng 600 megahec. Cường độ của tín hiệu vô tuyến phát ra bởi Mặt trời thu được trên những tần số này chỉ bằng khoảng một phần tỉ lần (10^{-9}) cường độ tín hiệu của một đài truyền hình có công suất 10 kilôoat đặt ở khoảng cách 20 kilômet. Tín hiệu vô tuyến phát từ những thiên hà xa xăm thu được trên Trái đất nhỏ hơn hàng triệu lần tín hiệu Mặt trời. Vì vậy những nhà làm thiên văn phải quan sát bằng những viễn kính lớn 10 met và những ăngten có đường kính hàng trăm met để thu thập nhiều bức xạ. Tuy nhiên sự chế tạo những thiết bị lớn cần rất nhiều kinh phí. Cho nên những nhà thiên văn tăng cường công suất của viễn kính bằng cách sử dụng những đetectơ (máy dò) rất nhậy dựa trên kĩ thuật siêu dẫn. Nhu cầu của ngành Vật lí Thiên văn đã làm tiến triển nhiều ngành kĩ thuật trong công nghiệp, nhất là trong lĩnh vực những máy khuếch đại tín hiệu dùng tranzito ít tiếng ồn, kĩ thuật nhiệt độ thấp, và sợi quang học có khả năng lớn truyền tín hiệu. Các nhà thiên văn phải dùng những máy tính điện tử có khả năng tính toán lớn để xử lí số liệu, để tạo ra ảnh các thiên thể và làm những mô hình lí thuyết giải thích những sự kiện quan sát. Những phương tiện kĩ thuật hiện đại là những yếu tố cần thiết cho sự phát triển ngành Vật lí Thiên văn. Những mạng lưới thông tin gọi là "thư điện tử" như hệ thống "Intecnet" (Internet) nối hàng triệu máy tính điện tử với nhau trên hoàn cầu đã được dùng để trao đổi ý kiến và thông báo những kết quả nghiên cứu một cách rất nhanh chóng. Các nhà khoa học

nhanh thư từ hoặc gửi và thu tài liệu bằng máy tính. Chỉ vài giây đồng hồ [illegible] đánh trên bàn phím của máy tính thủ tục để gửi, đối thoại đã nhận được tài liệu.

Về phương diện khoa học, ngành thiên văn không phải chỉ đóng một vai trò thụ động. Chính thiên văn học đã đặt ra nhiều vấn đề để giải quyết và làm phát triển những lĩnh vực khoa học khác. Tìm hiểu được quá trình lí hóa tạo ra năng lượng Mặt trời và các ngôi sao đã làm tiến triển ngành vật lí hạt nhân trên con đường phức tạp dẫn đến những lò phản ứng tổng hợp hạt nhân có khả năng phát rất nhiều năng lượng. Đó là triển vọng của các nhà vật lí vào những thập niên tới. Vũ trụ là một phòng thí nghiệm vĩ đại duy nhất trong đó có đầy đủ tất cả các hiện tượng lí, hóa, sinh. Các nhà khoa học giàu cảm hứng tha hồ thử nghiệm lí thuyết của họ trong phòng thí nghiệm lí tưởng này. Những thiên thể như punxa, quada và các thiên hà trong đó có sao nơtrôn và lỗ đen là những phòng thí nghiệm thiên nhiên để nghiên cứu những hiện tượng tiên đoán bởi những lí thuyết vật lí như thuyết tương đối rộng của Anhxtanh. Ngành Vũ trụ luận tìm hiểu nguồn gốc của Vũ trụ có liên quan tới ngành vật lí các hạt cơ bản. Vũ trụ là một máy gia tốc trong đó có những hạt cơ bản có năng lượng cao mà các máy gia tốc hiện đại nhất hiện có không tạo ra được. Sự phát hiện những phân tử trong dải Ngân hà đã mở một kỉ nguyên mới cho ngành vật lí thiên văn và làm phát triển những ngành khoa học hiện đại như hóa học thiên văn và sinh học thiên văn.

Sự quan sát những vạch phân tử như ôdôn, hơi nước trong những tầng khí quyển dùng vệ tinh, máy bay và những bóng khinh khí là phương tiện dùng trong ngành khí tượng và khí hậu học. Những viễn kính vô tuyến đặt trên các địa điểm cách xa nhau hàng nghìn kilômet và hoạt động tương quan với nhau theo nguyên tắc giao thoa đã được dùng để đo chính xác vị trí của các thiên hà vô tuyến trên bầu trời. Vì các tầng đá trên bề mặt Trái đất có khả năng chuyển động, tuy chỉ vài xentimet một năm, nên vị trí của những viễn kính thay đổi. Do đó vị trí biểu kiến của các thiên hà cũng thay đổi. Đây là một phương pháp dùng bởi những nhà địa vật lí học để phát hiện nơi những lục địa va chạm vào nhau và nghiên cứu những hiện tượng động đất và hoạt động của núi lửa.

Những viễn kính đặt trên vệ tinh còn được dùng để dự báo thời tiết, khí hậu và thăm dò tài nguyên trên Trái đất. Từ lâu, các nhà hàng hải đã dùng cách quan sát hệ thống sao trên trời để đi lại trên biển. Những kết quả đo đạc của thiên văn vô tuyến dùng phương pháp giao thoa cho biết là sự tự quay của Trái đất không đồng đều, Trái đất ngày càng quay chậm. Sự tự quay của Trái đất không đồng đều vì Trái đất không hoàn toàn là một vật rắn. Lòng Trái đất rất nóng và chứa những chất lỏng. Khí quyển quanh Trái đất bị nhiễu bởi những luồng khí. Cách đây vài trăm triệu năm, khoảng thời gian của mỗi ngày không phải là 24 tiếng đồng hồ mà ngắn hơn hàng giờ, vì Trái đất hồi đó quay nhanh. Và lại trục quay của Trái đất cũng lắc lư như một con quay. Sự tìm hiểu những hiện tượng thiên văn này là những yếu tố quan trọng trực tiếp phục vụ việc giao thông hàng hải để xác định vị trí của tàu bè trên biển.

Sự tìm hiểu Vũ trụ cũng như sự tìm kiếm những nền văn minh ngoài Trái đất phải chăng là những hành động làm thỏa mãn tính tò mò của con người ? Chuyện kể rằng, một hôm Khổng tử đi chơi gặp hai đứa trẻ đang cãi nhau. Một đứa nói rằng : "Mặt trời lúc mới mọc gần ta hơn và buổi trưa xa ta hơn". Đứa kia nói trái hẳn lại : "Mặt trời khi mới mọc và khi sắp lặn xa ta hơn là giữa trưa".

Đứa trước cãi : "Mặt trời lúc mới mọc to như một vòm xe, trong khi Mặt trời giữa trưa không to hơn cái đĩa. Khi Mặt trời to hẳn phải gần hơn, khi nhỏ phải xa hơn." Đứa kia lại trả lời : "Mặt trời bình minh mát, Mặt trời giữa trưa nóng, khi nóng Mặt trời ắt phải gần hơn". Khổng tử nghe hai đứa trẻ tranh luận, nhưng không giải quyết nổi vấn đề. Hai đứa trẻ cười nhạo : "thế mà thiên hạ cho ông là người uyên bác, học rộng hiểu nhiều !". Thực tế thì đường kính biểu kiến của Mặt trời không thay đổi, Mặt trời khi mọc hay lặn gần chân trời to bằng khi ở trên đỉnh vòm trời buổi trưa. Cảm tưởng nhìn thấy Mặt trời to nhỏ chỉ là một nhận xét chủ quan.

(*Dù sao ta cũng không được nhìn thẳng vào Mặt trời dù chỉ trong một khoảnh khắc, vì ánh sáng gay gắt của Mặt trời làm hại mắt.* Khi vừa mọc hay ngay trước khi lặn, bức xạ Mặt trời xuyên qua tầng lớp dày nhất của khí quyển Trái đất và bị hấp thụ khá nhiều nên không làm chói mắt. Tuy nhiên, *dù ở chân trời ta cũng không nên nhìn Mặt trời quá lâu.*)

Truyền thuyết trên kể trong Liệt Tử là một trong nhiều câu đố của các đồ đệ của Lão tử đặt ra để chế giễu Khổng tử. Bài học rút ra từ câu chuyện này là ta phải khiêm tốn và kiên nhẫn trong công trình tìm hiểu Vũ trụ. Thời xưa, Mặt trăng và Mặt trời là những thiên thể coi như rất xa xăm. Nhờ những tính toán rất chính xác về sự chuyển động của các thiên thể trong hệ Mặt trời và sự tiến bộ kĩ thuật, hiện nay Mặt trăng đã có dấu vết của những bước chân của loài người. Trong tương lai Mặt trăng có thể sẽ trở thành một trạm quan sát Vũ trụ lí tưởng vì Mặt trăng không có khí quyển hấp thụ bức xạ từ Vũ trụ tới và không bị ô nhiễm. Những kết quả quan sát thiên văn đã cho ta biết Mặt trời là ngôi sao gần nhất trong hàng chục tỉ sao của dải Ngân hà. Vật lí Thiên văn hiện đại và Vật lí các hạt cơ bản có năng lượng cao đã được phối hợp để tìm hiểu quá khứ của Vũ trụ nguyên thủy, trong những giây phút ngay sau khi được tạo ra. Mặc dầu đã có nhiều thành tựu đáng kể, các nhà khoa học còn phải giải thích vô số hiện tượng trong Vũ trụ, đặc biệt là những sự kiện xẩy ra đúng vào thời điểm Vũ trụ được tạo ra. Dù trí óc chỉ có hạn, các nhà khoa học lúc nào cũng sẵn sàng chấp nhận sự thách thức đó để tìm hiểu Vũ trụ và đồng thời tham gia phát triển kĩ thuật để phục vụ con người.

ʻano

ễ nổ)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Henri Andrillat : l'Univers sous le regard du temps (Masson, 1993)

Francois Biraud et Nguyễn Quang Riệu : Radioastronomie (Techniques de l'Ingenieur, E 6850, trang 1, 1994)

David H. Clark, F. Richard Stephenson : The Historical Supernovae (Pergamon Press, 1977)

Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands : The Feynman Lectures on Physics (Addison - Wesley Publishing Company, 1977)

Stephen W. Hawking : A brief History of Time (Bantam, 1988)

Joseph Needham : Science and Civilisation in China, quyển 3 (Cambridge at the University Press, 1970)

Nguyễn Duy Cần : Dịch Học Tinh Hoa (Nhà Xuất bản T.P. Hồ Chí Minh, 1992)

Nguyễn Văn Ngọc, Trần Lê Nhân : Cổ Học Tinh Hoa (Nhà Xuất Bản Trẻ, 1992)

Nguyễn Quang Riệu : Vũ trụ - Phòng thí nghiệm thiên nhiên vĩ đại, Tạp chí Hoạt động Khoa học, số 10, trang 17 (Ủy ban Khoa học và Kĩ thuật Nhà nước, 1976)

Nguyễn Quang Riệu : Radioastronomy (The Microwave Engineering Handbook, Volume 3, Microwave systems and applications, Chapter 8, Eds. Bradford Smith and Michel-Henri Carpentier, Chapman and Hall, 1993)

Michael D. Papagiannis : Strategies for the search for life in the Universe (Reidel Pub. Co, 1980)

Joel de Rosnay : L'aventure du vivant (Seuil, 1988)

Tịch Trạch Tông và Bạc Thụ Nhân : Thiên văn học báo (Trung Quốc), tập 13, số 1, tháng 6, 1965

Trung Quốc Đại Bách Khoa Toàn Thư (Bắc Kinh, Thượng Hải, 1980)

Bảng 1

DANH SÁCH CÁC KHÍ PHÂN TỬ PHÁT HIỆN TRONG DẢI NGÂN HÀ

H_2 : phân tử hiđro (nhiều nhất trong Vũ trụ)

CH : gốc* metin

CO^+ : ion cacbon oxit

NO : gốc nitơ monoxit

SO : lưu huỳnh monoxit

SiS : silic sunfua

PN : photpho nitrua

NaCl : natri clorua (muối)

C_3 : phân tử ba cacbon

HCN : axit xianhiđric (chất độc)

HCO^+ : ion fomyl

H_2S : hiđro sunfua

SO_2 : anhiđrit sunfurơ

C_2O : đicacbon monoxit

NH_3 : amoniac

H_2CO : anđehit fomic

H_2CS : thiofomanđehit

C_3H : gốc propynyliđin

$HCNH^+$: axit xianhiđric protonê

C_2 : phân tử cacbon

OH : gốc hiđroxyl

CN : gốc xianua (chất độc)

NS : gốc nitơ sunfua

SO^+ : ion lưu huỳnh monoxit

SiC : silic cacbua

PC : gốc photpho cacbua

KCl : kali clorua

H_2O : nước

HNC : đồng phân của axit xianhiđric

HOC^+ : đồng phân của ion fomyl

HNO : nitroxin

HCS^+ : ion thiofomyl

C_2S : đicacbon sunfua

C_2H_2 : axetilen (khí đốt)

HNCO : axit isoxianic

HNCS : axit isothioxianic

C_3O : tricacbon monoxit

H_3O^+ : ion hyđroxonium

CH^+ : ion metin

CO : cacbon oxit

CS : cacbon sunfua

NH : nitơ hiđrua

SiO : silic monoxit

SiN : gốc silic nitrua

HCl : hiđro clorua

AlCl : nhôm clorua

C_2H : gốc etinyl

HCO : gốc fomyl

N_2H^+ : ion azenilium

OCS : cacbonyl sunfua

SiC_2 : silic đicacbua

NH_2 : gốc amino

H_2CN : metilen amiđogen

$HOCO^+$: ion cacbon đioxit protonê

C_3N : gốc xiano etinyl

C_3S : tricacbon sunfua

C_5 : penta cacbon

CH_4 : metan (khí đầm lầy)

NH_2CN : xianamit

HC_3N : xiano axetilen

CH_2CN : gốc xianometyl

CH_3CN : xianua metyl

C_2H_4 : etilen

C_5O : pentacacbon monoxit

CH_3NH_2 : metylamin

HC_5N : xianobutađin

HCO_2CH_3 : metyl fomiat

CH_3OCH_3 : đimetyl ete

HC_7N : xianohexatrin (dễ nổ)

HC_9N : xiano octatetrain (dễ nổ)

CH_2NH : metanimin

HCO_2H : axit fomic (hắc như mùi kiến)

SiH_4 : silan

SiC_4 : silic tetracacbua

NH_2CHO : fomamit

C_4H_2 : điaxetilen

HC_3NH^+ : xiano axetilen protonê

CH_3C_2H : metylaxetilen

C_6H : gốc hexatrinyl

CH_3C_3N : metyl xianoaxetilen

CH_3C_4H : metyl điaxetilen

CH_3COCH_3 : axeton

$HC_{11}N$: xiano đecapentain (dễ nổ)

H_2C_2O : keten

C_4H : gốc butainyl

C_3H_2 : xiclo propiniliđen

CH_3OH : cồn metyl (cồn để đốt)

CH_3SH : metyl mecaptan

C_5H : gốc pentynyliđin

HC_2CHO : prôpinal

CH_3CHO : axetanđehit

CH_2CHCN : vinyl xianit

CH_3CH_2OH : rượu etylic (rượu để uống)

CH_3CH_2CN : etyl xianua

CH_3C_5N : metyl xiano điaxetilen

* Phân tử và phân tử đồng phân của nó có những nguyên tử giống nhau, nhưng ở những vị trí khác nhau. Đặc tính hóa học của phân tử và của đồng phân cũng không giống nhau (ví dụ HNC là đồng phân của HCN).

Bảng 2

BẢNG NHẬT THỰC NGÀY 24 THÁNG 10 NĂM 1995 TẠI VIỆT NAM

Vĩ độ (bắc)	Kinh độ (đông)	Nhật thực bắt đầu	Nhật thực tối đa	Nhật thực kết thúc	Độ lớn
21°01'	105°52'	9 giờ 27 phút 56 giây	10 giờ 56 phút 47 giây	12 giờ 32 phút 21 giây	0,78
18 42	105 41	9 27 59	10 58 36	12 36 10	0,85
16 28	107 35	9 32 51	11 06 02	12 45 00	0,88
12 15	109 10	9 39 14	11 15 37	12 56 13	0,96
11 56	108 25	9 37 54	11 13 55	12 54 41	0,98
10 56	108 06	9 38 14	**11 giờ 14 phút 21 giây** (nhật thực toàn phần)	12 55 17	**1,00**
10 46	106 43	9 35 35	11 10 41	12 51 39	0,98
10 03	105 46	9 34 34	11 09 05	12 49 53	0,95

thực toàn phần trên dải đất rộng 78 kilômet dọc từ Phan Thiết tới Lộc Ninh (độ lớn của nhật thực là 1) ; . Mặt trời bị che bởi Mặt trăng. Tại những địa điểm khác có độ lớn nhỏ hơn 1 chỉ nhìn thấy nhật thực một lớn càng to thì đĩa Mặt trời càng bị che nhiều. (Theo tài liệu của P.Rocher, Nha Kinh Tuyến, Bureau des Paris).

CHÚ GIẢI THUẬT NGỮ

Bích Băng (Big Bang) : Vụ nổ lớn tạo ra Vũ trụ cách đây khoảng 15 tỉ năm (mục 5)

Bức xạ made : vạch bức xạ có cường độ rất lớn vì được khuếch đại bởi những đám mây phân tử trong Vũ trụ, theo nguyên tắc những tia lade dùng trong những phòng thí nghiệm. Sau khi được khuếch đại, cường độ của vạch bức xạ có thể tăng tới một tỉ lần (mục 30).

Bức xạ nhiệt : những hạt êlectrôn trong những đám mây khí chuyển động một cách hỗn loạn. Sự chuyển động hỗn loạn của êlectrôn làm tăng nhiệt độ của đám mây và phát ra bức xạ nhiệt (mục 21, 25). Vật chất được hun nóng cũng phát ra bức xạ nhiệt như một cục than hồng (mục 10).

Bức xạ xincrôtrôn : khi êlectrôn có tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng (tốc độ tương đối tính) chuyển động trong một từ trường thì xoắn vào những đường lực và phát ra bức xạ giống bức xạ phát hiện trong những máy gia tốc xincrôtrôn có năng lượng cao (mục 3, 21).

Cân bằng nhiệt động : bình thường trong một đám mây phân tử, có ít phân tử ở những mức năng lượng cao hơn ở những mức năng lượng thấp. Trong trạng thái bình thường gọi là trạng thái "cân bằng nhiệt động", sự phân bố số phân tử trên những mức năng lượng được tính theo một định luật của cơ học thống kê gọi là định luật Bônxơman (mục 30).

Chất đen (Dark matter) : vật chất và những thiên thể trong Vũ trụ không phát xạ và không phát hiện được. Chất đen là thành phần vật chất quan trọng trong Vũ trụ và chi phối sự tiến hóa của Vũ trụ (mục 15).

Chòm sao : nhóm sao tụ tập trên vòm trời và được dân gian từ thời xưa hình dung dưới dạng những vật thể hay những súc vật. Hiện nay các nhà thiên văn vẫn dùng những tên đã đặt ra từ trước để xác định đại để vị trí các thiên thể trên bầu trời (mục 1, 3 ; hình 45).

Cơ học lượng tử : ngành cơ học nghiên cứu những hệ thống có kích thước nhỏ tương tự như kích thước của nguyên tử và phân tử hoặc Vũ trụ nguyên thủy (mục 11, 26).

Dải Ngân hà : "Thiên hà của chúng ta" trong đó có Hệ mặt trời và Trái đất. Vì chúng ta ở trong nên chỉ nhìn được hình chiếu của Thiên hà trên nền trời dưới hình dạng một vệt nhạt (mục 2 ; 24, hình 36). Thiên hà của chúng ta là loại thiên hà có những cánh tay xoắn ốc.

Dây Vũ trụ : khuyết tật dài như một "sợi dây" khổng lồ trong Vũ trụ được tạo ra trong thời đại Vũ trụ nguyên thủy. Khuyết tật là nơi tập trung của trường hấp dẫn và vật chất. Nó là mầm mống tạo ra những thiên hà (mục 14).

Dịch chuyển về phía đỏ : những thiên hà xa xăm lùi xa ta nên bước sóng của bức xạ dài ra khi thu được trong viễn kính (hiệu ứng Đôpơle). Ta có thể phân tích ánh sáng ra thành nhiều màu. Bước sóng màu tím ngắn nhất, bước sóng màu đỏ dài nhất. Khi bức xạ dịch chuyển về phía đỏ không phải là bức xạ trở thành màu đỏ mà có nghĩa là bước sóng của bức xạ dài ra (mục 8, 27)

Điểm xuân phân : một trong hai điểm cắt nhau của hoàng đạo và đường xích đạo trên thiên cầu. Điểm xuân phân là gốc của tọa độ của các thiên thể (mục 1).

Định luật Hơpbơn : nhà thiên văn Hơpbơn đã phát hiện được rằng những thiên hà càng xa bao nhiêu thì tốc độ lánh xa của chúng càng cao bấy nhiêu. Định luật Hơpbơn được dùng để tính khoảng cách của các thiên hà (mục 27).

Gió sao : sao loại Mặt trời phun ra một luồng khí rất mạnh gọi là gió sao trong đó có những hạt iôn hóa như prôtôn (mục 19).

Giới hạn phân giải : khoảng cách góc (khoảng cách biểu kiến đo bằng độ, phút và giây) giữa hai điểm mà viễn kính có thể phân biệt được. Giới hạn phân giải của những hệ thống viễn kính giao thoa thường rất nhỏ, chỉ vài giây. Viễn kính thường có khả năng phân biệt những chi tiết nhỏ bằng hạt gạo cách xa khoảng 250 mét (mục 17, 20).

Gốc hóa học : loại hóa chất có khả năng phản ứng rất dễ dàng với những phân tử khác. Nguyên nhân vì gốc hóa học có một số lẻ êlectrôn và êlectrôn lẻ dễ cặp đôi với một êlectrôn của các phân tử khác (mục 31, bảng 1).

Hạt cơ bản : thành phần cơ bản của vật chất như êlectrôn, prôtôn, nơtrôn được tạo ra trong Vũ trụ và trong những máy gia tốc (mục 31).

Hệ mặt trời : hệ sao trong đó ngôi sao là Mặt trời ở giữa và 9 hành tinh (kể cả Trái đất) quay chung quanh (mục 2).

Hệ quy chiếu : mốc dùng làm cơ sở để khảo sát chuyển động, đo tốc độ (mục 5).

Hiệu ứng Đôpơle : khi một nguồn bức xạ hoặc âm thanh chuyển động tương đối với người quan sát thì bước sóng (hay tần số) của bức xạ hoặc âm thanh thu được tại vị trí quan sát thay đổi so với khi nguồn phát xạ đứng yên tại chỗ. Khi nguồn phát tín hiệu lánh xa người quan sát thì bước sóng dài ra (tần số giảm xuống). Trái lại, khi nguồn tiến về phía người quan sát thì bước sóng ngắn đi (tần số tăng lên) (mục 27).

Hoàng đạo : vòng tròn lớn của thiên cầu tiêu biểu quỹ đạo của Mặt trời chuyển động tương đối với các ngôi sao (mục 1).

Không-thời gian : không gian và thời gian trong Vũ trụ có liên quan với nhau và chỉ là một khái niệm duy nhất gọi là "không-thời gian". Như trong hình học giải tích, ta có thể biểu thị không-thời gian bằng hai trục, một trục không gian và một trục thời gian (mục 7, 8).

Lỗ đen (Black hole) : thiên thể tiên đoán bởi lí thuyết và có trường hấp dẫn lớn đến nỗi thu hút mọi vật thể kể cả ánh sáng. Thiên thể tối đen không phát xạ (mục 23).

Lực hấp dẫn : Lực hút giữa những vật thể có khối lượng. Hai vật càng gần nhau và khối lượng càng lớn thì lực hấp dẫn càng mạnh (mục 4, 8).

Lí thuyết Đại thống nhất : thuyết miêu tả lực điện từ và lực hạt nhân bằng một lí thuyết duy nhất (mục 14).

Lí thuyết Siêu thống nhất : thuyết miêu tả các lực cơ bản trong Vũ trụ bao gồm cả lực hấp dẫn bằng một lí thuyết độc nhất (mục 14).

Màu giả tạo : màu chọn trong lúc xử lí hình tùy theo sở thích của cá nhân (mục 25).

Máy gia tốc : máy phóng những hạt cơ bản tới những tốc độ cực lớn để nghiên cứu cấu trúc của vật chất. Vũ trụ nguyên thủy là một máy gia tốc có năng lượng cao (mục 11).

Môi trường giữa các sao : thành phần vật chất của môi trường giữa các sao chủ yếu là khí và bụi phun ra bởi những sao già đã nổ (sao siêu mới). Vật chất trong môi trường này sẽ ngưng tụ lại để tạo thành những sao của thế hệ sau (mục 19, 28).

Nón ánh sáng : vùng hình nón trong không-thời gian giới hạn sự truyền tín hiệu. Trong không-thời gian, người quan sát phải ở trong nón ánh sáng mới thu được tín hiệu của một sự kiện xẩy ra ở đỉnh nón (mục 7).

Pacsec : đơn vị đo khoảng cách trong ngành thiên văn. Một pacsec là 3,26 năm ánh sáng (mục 27).

Phân tử đồng phân : phân tử có những nguyên tử giống nhau nhưng vị trí của những nguyên tử trong phân tử khác nhau. Chẳng hạn, phân tử HCN là đồng phân của HNC (bảng 1).

Phân tử, nguyên tử đồng vị : nguyên tử có những nguyên tố hóa học giống nhau nhưng hạt nhân của chúng có khối lượng khác nhau. Chẳng hạn, nguyên tử đơteri (hiđrô nặng) là đồng vị của nguyên tử hiđrô. Nhân của đơteri gồm có một prôtôn và một nơtrôn, nhân của hiđrô chỉ có một prôtôn nên hiđrô nặng bằng nửa đơteri (mục 31).

Phân tử iôn hóa : phân tử hay nguyên tử mất một hay nhiều êlectrôn và có điện tích dương (mục 31).

Phân tử trung hòa (trung tính) : phân tử hay nguyên tử toàn vẹn không mất êlectrôn (không có điện tích) (mục 31).

Phổ điện từ : bức xạ có khả năng phát ra trên nhiều miền sóng, từ những bước sóng cực ngắn gamma đến những bước sóng khả kiến (nhìn thấy được) cho tới những bước sóng dài vô tuyến. Phổ điện từ là sự phân bố bức xạ trên toàn bộ những miền sóng. Ánh sáng Mặt trời mà ta nhìn thấy có thể phân tích được bằng máy quang phổ thành nhiều màu như màu cầu vồng. Trong phổ ánh sáng Mặt trời có màu tím, màu chàm, màu xanh lam, màu xanh lục, màu vàng, màu da cam và màu đỏ (mục 17).

Phông vũ trụ : vết tích của bức xạ vũ trụ nguyên thủy sau Vụ nổ lớn "Bích Băng". Bức xạ này tương ứng với nhiệt độ đã nguội còn khoảng 3 độ Kenvin (tức là âm 270 độ Xenxiuxơ) (mục 10).

Phương pháp giao thoa : phương pháp dùng nhiều viễn kính hoạt động tương quan với nhau để tăng khả năng phân giải của dụng cụ, hòng phân biệt những chi tiết càng nhỏ càng tốt của thiên thể (mục 20).

Phương trình Anhxtanh : phương trình để tính kích thước của Vũ trụ tùy theo năng lượng trong Vũ trụ và để làm những mô hình Vũ trụ tìm hiểu những sự kiện xẩy ra hiện nay và trong quá khứ và tiên đoán những sự kiện trong tương lai (mục 15).

Phương trình Đrêcơ (Drake) : tích số dùng để tính số lượng của những nền văn minh trong dải Ngân hà (mục 33).

Punxa : lõi sao nơtrôn tự quay và phát ra sóng vô tuyến. Tốc độ tự quay có thể cao tới 640 vòng một giây đồng hồ. Ta thu được bức xạ mỗi khi tia xạ hướng về phía Trái đất. Bức xạ phát từng xung như ánh sáng phát ra từ ngọn hải đăng. Nhịp phát xạ rất đều nên punxa là những đồng hồ thiên nhiên chính xác hơn cả những đồng hồ nguyên tử (mục 22).

Quada (Quasar, chuẩn sao) : loại thiên hà có hình dạng một ngôi sao nhưng phát ra tia xạ vô tuyến xincrôtrôn mạnh nhất trong Vũ trụ. Nhân của quada có khả năng là một lỗ đen hút vật chất chung quanh để lấy năng lượng (mục 25).

Quang cầu : lớp ngoài của Mặt trời phát ra ánh sáng (mục 4).

Quần sao, quần thiên hà : nhóm sao hay nhóm thiên hà gồm có nhiều thiên thể. Quần sao có thể chứa hàng trăm nghìn sao tạo thành một tổ sao hình cầu (mục 14, 24).

Sao chổi : thiên thạch giống những tảng nước đá khổng lồ trộn với bụi và phân tử. Khi chúng di chuyển gần Mặt trời thì nước đá và các phân tử bốc thành khí. Một luồng gió từ Mặt trời thổi vào sao chổi tạo thành một cái đuôi khí và bụi (mục 1, hình 7).

Sao khách : loại sao rất sáng hiện ra trên vòm trời trong một thời gian ngắn dường như khách đến thăm Trái đất. Đó là tên đặt ra cho những sao siêu mới bởi những nhà thiên văn học Trung Quốc đời xưa (mục 3).

Sao lùn nâu : thiên thể nửa hành tinh nửa sao trong đó phản ứng nhiệt hạch không xảy ra được nên không tự phát bức xạ. Những thiên thể này là một thành phần của chất đen chi phối sự giãn nở của Vũ trụ (mục 16).

Sao lùn trắng : lõi của những ngôi sao loại Mặt trời sau khi phun hết vật chất trong giai đoạn cuối cùng của quá trình phát triển của sao. Sao lùn trắng không phát ra bức xạ (mục 19).

Sao nơtrôn : lõi sao còn lại sau những vụ nổ sao siêu mới. Lõi sao phát xạ vô tuyến như một ngọn hải đăng. Nguồn xạ này gọi là "punxa" (mục 22).

Sao siêu mới : những ngôi sao khổng lồ tiêu thụ quá nhanh nhiên liệu và bùng nổ sau mươi triệu năm. Vết tích của những vụ nổ "sao siêu mới" phát ra nhiều bức xạ vô tuyến xincrôtrôn và còn quan sát thấy hàng nghìn năm sau (mục 3, 19, 21).

Sinh thái học : ngành khoa học nghiên cứu sự liên hệ giữa sinh vật và môi trường, hòng dùng những phương tiện thích hợp để che chở môi trường (mục 41).

ng (hay bức xạ) hấp dẫn : khi một vật thể có khối lượng chuyển động trong một trường hấp dẫn thì phát sóng hấp dẫn. Sóng hấp dẫn rất yếu và truyền với tốc độ ánh sáng (mục 22).

ng điện li : tầng khí quyển bị iôn hóa ở độ cao khoảng từ 50 tới 500 kilômet và có khả năng phản chiếu những bức xạ vô tuyến có bước sóng dài (mục 17).

Thấu kính hấp dẫn : thiên thể có khả năng khuếch đại bức xạ của một ngôi sao truyền qua trường hấp dẫn của thiên thể. Hiện tượng này giống một thấu kính quang học tập trung ánh sáng vào một điểm (mục 16).

Thiên hà : tinh vân khổng lồ trong đó có hàng chục tỉ sao cùng khí và bụi. Thiên hà được xếp thành ba loại theo hình dạng : thiên hà xoắn ốc, thiên hà elip và thiên hà không đều. Thiên hà có chúng ta ở trong là loại thiên hà xoắn ốc. Đường kính của thiên hà xoắn ốc khoảng 90 nghìn năm ánh sáng (mục 24, 25).

Thiên thạch : những mảnh hành tinh nhỏ quay chung quanh Mặt trời và rơi xuống Trái đất (mục 37).

Thiên văn vô tuyến : ngành thiên văn hiện đại quan sát và nghiên cứu tín hiệu vô tuyến của những thiên thể (mục 25).

Thời đại lạm phát : thời gian cực nhỏ trong Vũ trụ nguyên thủy lúc kích thước của Vũ trụ tăng lên cực nhanh (mục 12).

Thời điểm Plăng : vật lí hiện đại giúp ta tìm hiểu quá trình tiến triển của Vũ trụ bắt đầu từ 10^{-43} giây đồng hồ sau vụ nổ Bích Băng. Thời điểm này gọi là thời điểm Plăng và là mốc thời gian. Vì trước đó Vũ trụ ở trong một trạng thái hỗn độn mà hiện nay không lí thuyết nào có thể diễn tả được (mục 11).

Thuyết tương đối hẹp : thuyết của Anhxtanh khẳng định là tốc độ ánh sáng không thay đổi theo hệ quy chiếu và là một hằng số. Khi chuyển động, đồng hồ dường như chạy chậm lại. Khối lượng của mọi vật khi chuyển động lớn hơn khối lượng trong lúc chúng đứng tại chỗ (mục 5).

Thuyết tương đối rộng : thuyết của Anhxtanh khẳng định là những định luật vật lí không thay đổi dù người quan sát hiện tượng vật lí di chuyển như thế nào. Trường hấp dẫn có thể được diễn tả bằng độ cong của không–thời gian (mục 8).

Tia vũ trụ : những hạt nhân nguyên tử, phần lớn là prôtôn, có năng lượng cao phát từ trong dải Ngân hà xuống Trái đất (mục 31).

Tinh vân : đám mây khí và bụi trong Vũ trụ chiếu sáng bởi những ngôi sao ở trung tâm đám mây (mục 3, 21, 29 và hình 26, 27, 42).

Tốc độ xuyên tâm : tốc độ chiếu lên hướng quan sát, chẳng hạn tốc độ lùi của các thiên hà (mục 27).

Tuế sai của phân điểm : sự di chuyển của điểm xuân phân, ngược chiều với Mặt trời trên cung hoàng đạo (mục 1).

Vạch 21 xentimet của hiđrô : nguyên tử hiđrô phát ra một vạch bức xạ vô tuyến trên bước sóng 21 xentimet. Vì hiđrô là nguyên tố nhiều nhất trong Vũ trụ nên cường độ của vạch 21 xentimet rất mạnh. Vạch bức xạ 21 xentimet thường

được dùng để phát hiện những cánh tay xoắn ốc của thiên hà và để đo khoảng cách và khối lượng của những thiên thể này (mục 27).

Vạch nguyên tử và phân tử : năng lượng của nguyên tử và phân tử thay đổi không liên tục, tăng giảm từng mức. Khi năng lượng giảm từ một mức năng lượng cao xuống một mức năng lượng thấp thì nguyên tử hoặc phân tử phát ra một vạch bức xạ trên một tần số đặc trưng của nguyên tử hoặc phân tử đó. Trái lại khi nguyên tử hoặc phân tử hấp thụ xạ thì năng lượng của chúng tăng lên (mục 26 tới 31).

Vành nhật hoa : vành khí rộng hàng triệu kilômet quây chung quanh quang cầu của Mặt trời. Vành nhật hoa sáng bằng trăng rằm nên chỉ được phát hiện khi đĩa Mặt trời bị che trong lúc nhật thực hoặc bởi một dụng cụ quang học gọi là nhật hoa kí (mục 43).

Vết đen : vết màu đen quan sát thấy trên bề mặt Mặt trời, nhất là trong thời gian hoạt động tối đa của Mặt trời với một chu kì 11 năm. Vết đen hấp thụ ánh sáng Mặt trời nên hiện ra thành màu đen (mục 4).

Vũ trụ luận : ngành thiên văn nghiên cứu nguồn gốc và quá trình tiến hóa của Vũ trụ (mục 9)

HẰNG SỐ DÙNG TRONG NGÀNH THIÊN VĂN

Đơn vị khoảng cách

Đơn vị thiên văn = 149,598 triệu kilômet (khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trời)

Pacsec = 3,2615 năm ánh sáng

Năm ánh sáng = 9460 tỉ kilômet

Đơn vị khối lượng

Khối lượng Mặt trời = 1989×10^{24} tấn

Khối lượng Trái đất = 5977×10^{18} tấn

Khối lượng nguyên tử hiđrô = $1,67333 \times 10^{-24}$ gam

Khối lượng êlêctrôn = $9,10956 \times 10^{-28}$ gam

Đơn vị kích thước

Đường bán kính Mặt trời = 696 triệu kilômet

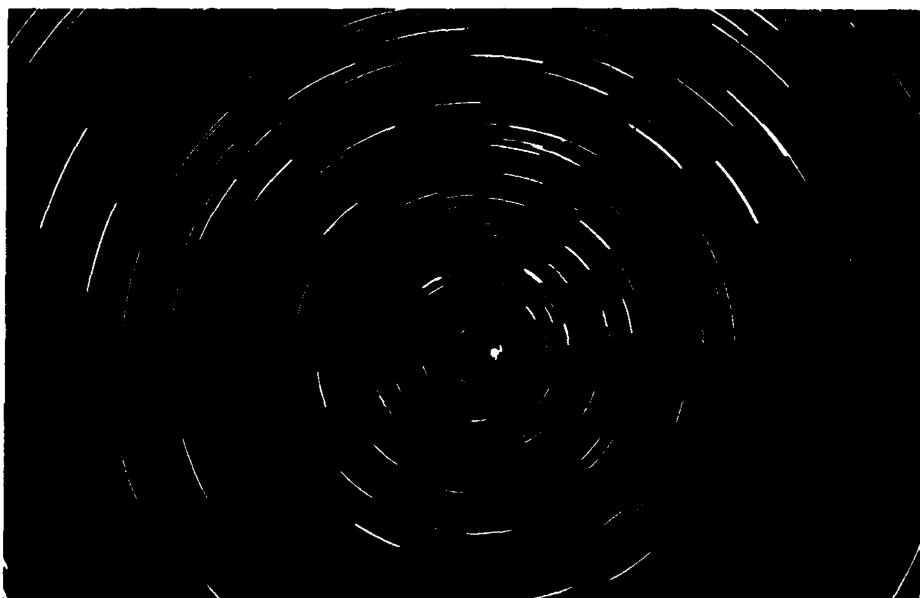
Đường bán kính Trái đất = 6371,23 kilômet

Đơn vị tốc độ

Tốc độ ánh sáng = 299,7925 nghìn kilômet một giây

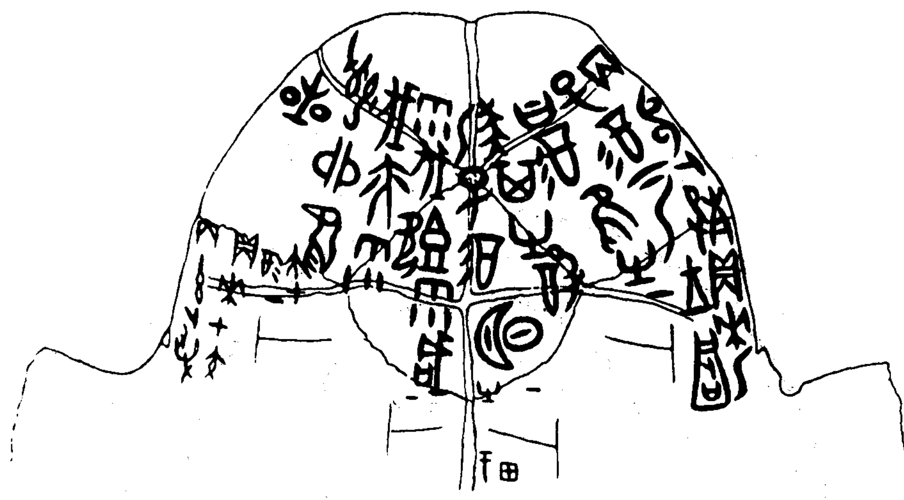
Hình 1

Ảnh sao quay chung quanh sao Bắc Đẩu chụp ban đêm bằng máy ảnh mở liên tục trong một tiếng đồng hồ (ảnh chụp bởi Michel Verdenet trích trong Guide explo de l'Astronomie, P. de la Cotardière). Những vết sáng là quỹ đạo của những ngôi sao trên vòm trời, giống như những vết sáng đèn pha xe hơi in trên ảnh. Khi ta nhìn về hướng bắc, các thiên thể quay ngược chiều kim đồng hồ, từ hướng đông sang hướng tây. Sự chuyển động biểu kiến của vòm trời là do sự tự quay của Trái đất trên một trục xuyên qua gần vị trí sao Bắc Đẩu. Trong triều đình Trung Quốc ngày xưa, sao Bắc Đẩu tượng trưng ngai Hoàng Đế còn các quan trong triều là những ngôi sao quay xung quanh.



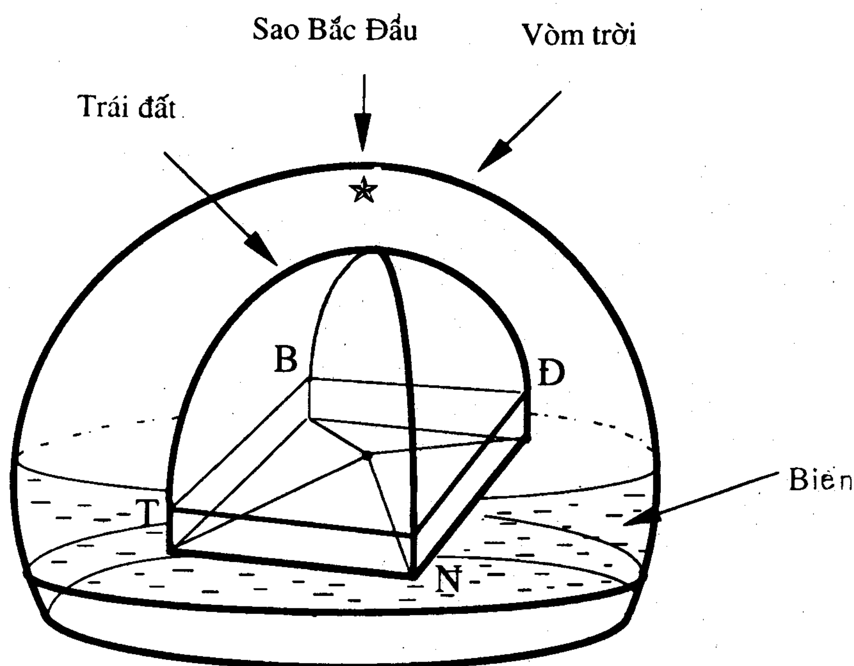
Hình 2

Lời tiên tri khắc bởi những nhà chiêm tinh Trung Quốc trên một mảnh xương, vào thế kỉ thứ 14 trước công nguyên. Bên trái có hình một con chim miêu tả "Sao Chim" (Điểu Tinh) (Alpha Hydra) trong chòm sao Trường Xà (Hydra). Tài liệu của Đổng Tác Tân, Academia Sinica, 1945.



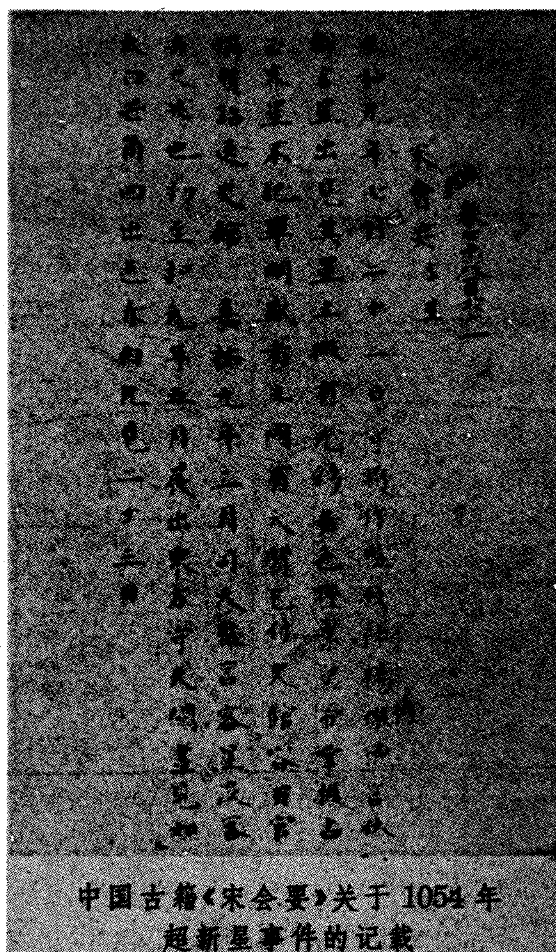
Hình 3

Một mô hình Vũ trụ (thuyết "Cái Thiên") sáng tạo bởi những nhà thiên văn Trun
Quốc ở thời thượng cổ. Thuyết này hình dung vòm trời như một cái vung. Ở dư
là Trái đất, chân trời hình vuông bàn cờ tượng trưng bốn hướng của la bàn tức
đông (Đ), tây (T), nam (N), bắc (B). Mưa rơi chảy xuống thành biển.



Hình 4

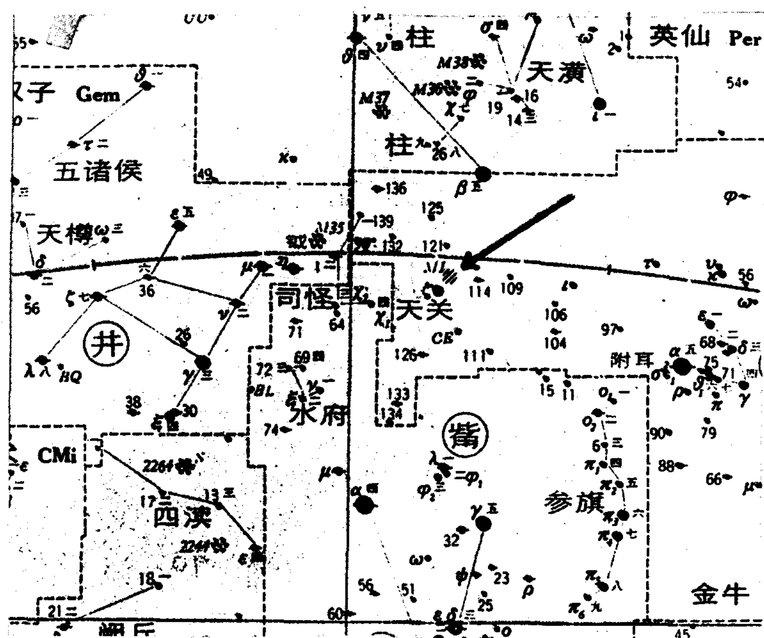
Một trang trong cuốn sử Trung Quốc "Tống Hội Yếu" ghi lại sự kiện "Sao Khác" (Sao siêu mới) xuất hiện năm thứ nhất Tống Chí Hòa, tức là năm 1054 dương lịch. Sao óng ánh sắc vàng báo điềm lành cho Hoàng Đế và cả nước. (Trích trong Trung Quốc Đại Bách Khoa Toàn Thư).



中国古籍《宋会要》关于 1054 年
超新星事件的记载

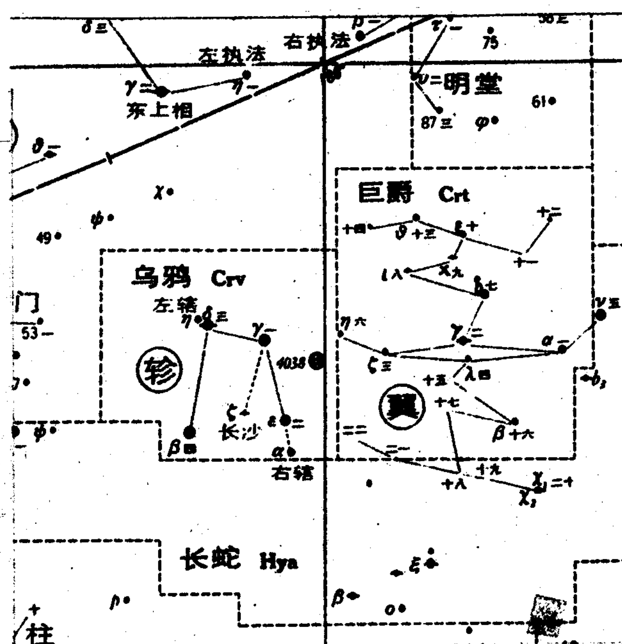
Hình 5

Bản đồ vùng trời có Sao siêu mới nổ cạnh sao Thiên Quan. (Trích trong Trung Quốc Đại Bách Khoa Toàn Thư). Sao siêu mới này được phát hiện ra giữa ban ngày năm 1054 bởi các nhà thiên văn Trung Quốc và Nhật Bản. Vết tích của Sao siêu mới (mũi tên chỉ) quan sát thấy hiện nay là tinh vân "Cua" (có dạng con cua) mang tên M1 (tinh vân số 1 trong danh mục tinh vân xác lập bởi nhà thiên văn Metxiê) (xem cả hình 27).



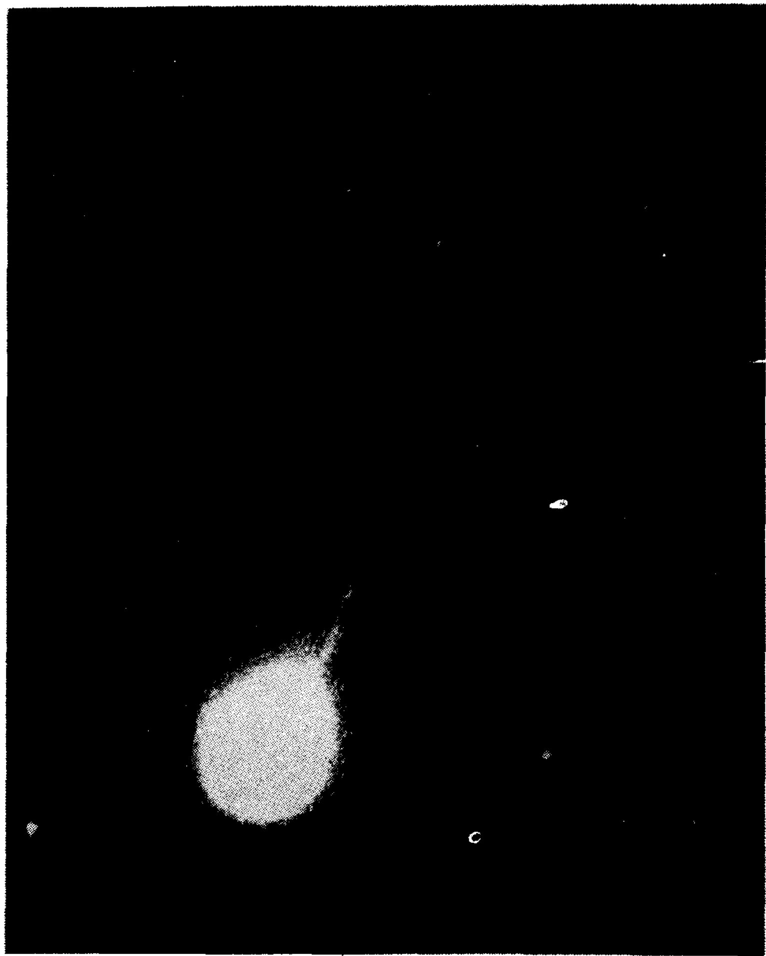
Hình 6

Vùng trời (trích trong Trung Quốc Đại Bách Khoa Toàn Thư) giữa chòm sao Cự Tước (Crater, Crt) và chòm sao Trường Xà (Hydra, Hya) có Sao siêu mới xuất hiện năm thứ nhất Quang Thuận, triều Lê Thánh Tông (năm 1460 dương lịch). Sự kiện này đã được phát hiện bởi những nhà thiên văn Việt Nam hồi đó và ghi lại trong Đại Việt Sử Ký Toàn Thư. Tuy nhiên sao nổ không để lại vết tích quan sát thấy trong những viễn kính hiện nay.



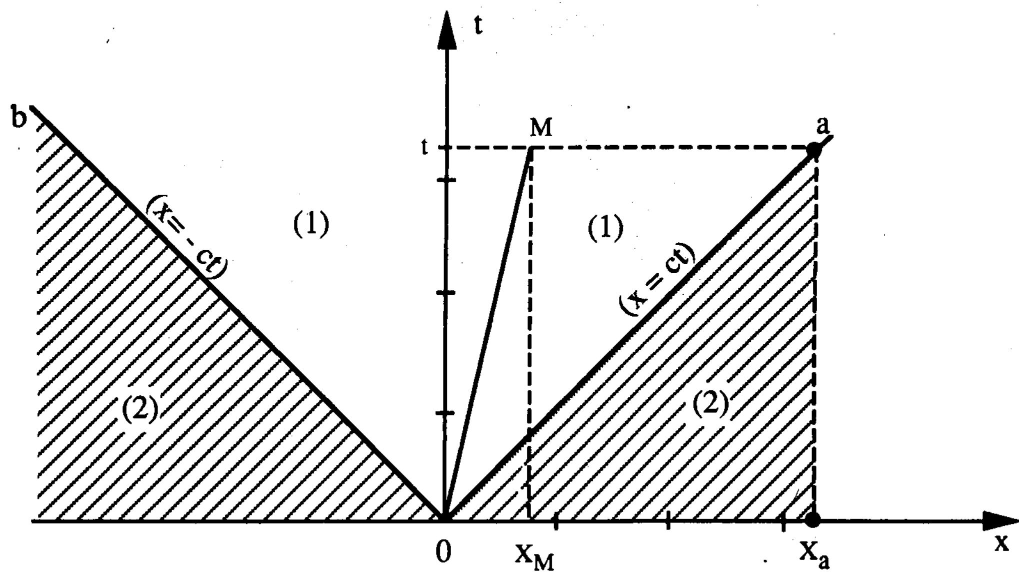
Hình 7

Ảnh sao chổi Halê (Halley) chụp ngày 9-12-1985 bằng viễn kính 1 met đường kính của đài thiên văn Cộng đồng châu Âu (European Southern Observatory, ESO) tại Chilê. Cứ 76 năm, sao chổi Halê lại tới thăm Trái đất từ 20 thế kỉ nay. Sao chổi là một tảng nước đá khổng lồ trong đó có bụi. Vì Mặt trời nóng và thổi ra một luồng gió (gió Mặt trời) nên mỗi khi sao chổi tới gần Mặt trời thì nước đá và bụi bốc hơi và phun ra thành cái đuôi (như cái chổi) đối diện với hướng Mặt trời.



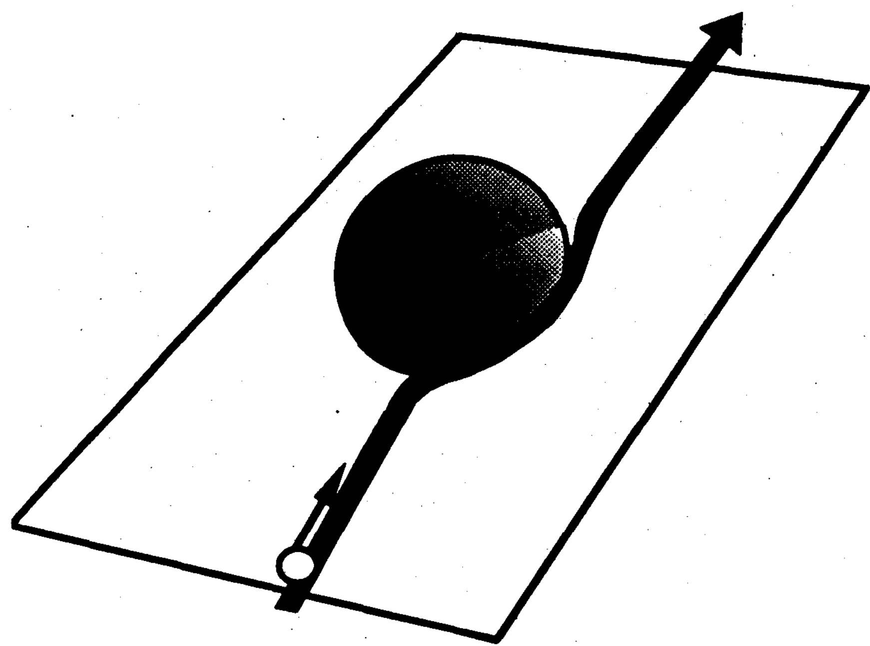
Hình 8

Thuyết tương đối dùng khái niệm "không-thời gian" để miêu tả không gian và thời gian trong Vũ trụ. Ta càng nhìn xa trong Vũ trụ thì càng đi ngược lại thời gian trong quá khứ. Một điểm trên trục không gian Ox tương đương với một thời điểm trên trục thời gian Ot. Trong hệ tọa độ Ox, Ot ánh sáng truyền với tốc độ ánh sáng c trên đường thẳng Oa (x = ct) và Ob (x = −ct). Những vật thể chạy chậm hơn ánh sáng (điểm M) nằm trong vùng (1). (Vì trong thời gian t, vật thể chỉ chạy được khoảng cách OX_M trong khi đó ánh sáng chạy được khoảng cách OX_a lớn hơn OX_M). Vùng (2) dành cho những vật thể có tốc độ cao hơn tốc độ ánh sáng. Vì không vật thể nào chạy nhanh hơn ánh sáng nên vùng (2) là vùng "cấm". Nếu có một sự kiện (chẳng hạn một tiếng sấm) xẩy ra ở điểm O thì ta phải đứng ở một điểm nào trong vùng (1) mới thu được tín hiệu. Vùng (1) được gọi là "nón ánh sáng". Nếu ta ở ngoài nón ánh sáng, tức là ở một điểm trong vùng (2) thì ta hoàn toàn bị cô lập, không nhận được tín hiệu của những sự kiện xẩy ra ở điểm O.



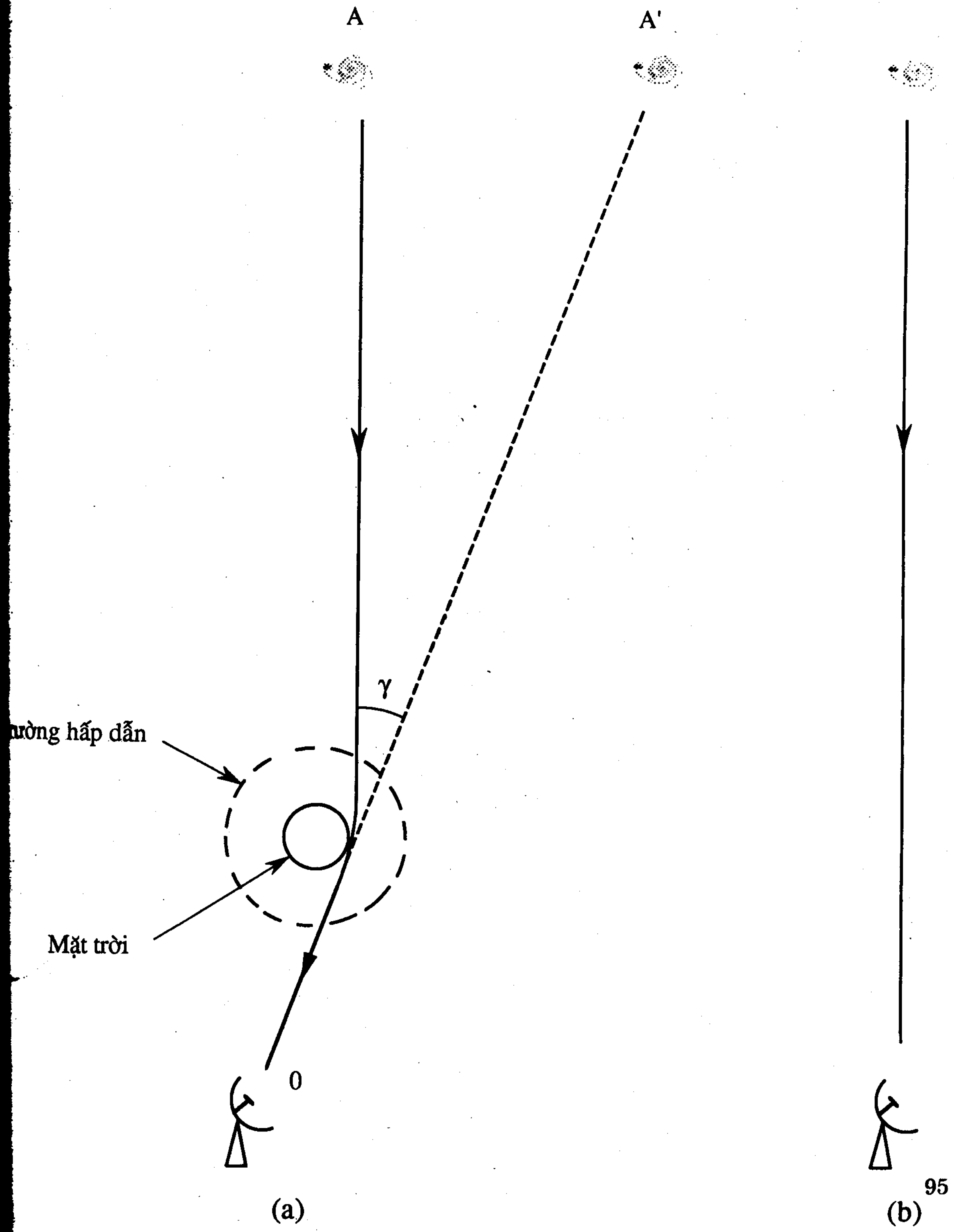
Hình 9

Không-thời gian có thể ví như một tấm vải căng thẳng. Nó bị cong ở những vùng có khối lượng như tấm vải bị trũng ở chỗ có một quả bóng quần vợt. Hạt phôtôn (tức là bức xạ ánh sáng) khi truyền tới vùng không-thời gian cong bị lệch hướng, như một quả bóng nhựa nhẹ đang chạy thẳng rồi lăn xuống chỗ trũng ở vị trí quả bóng quần vợt.



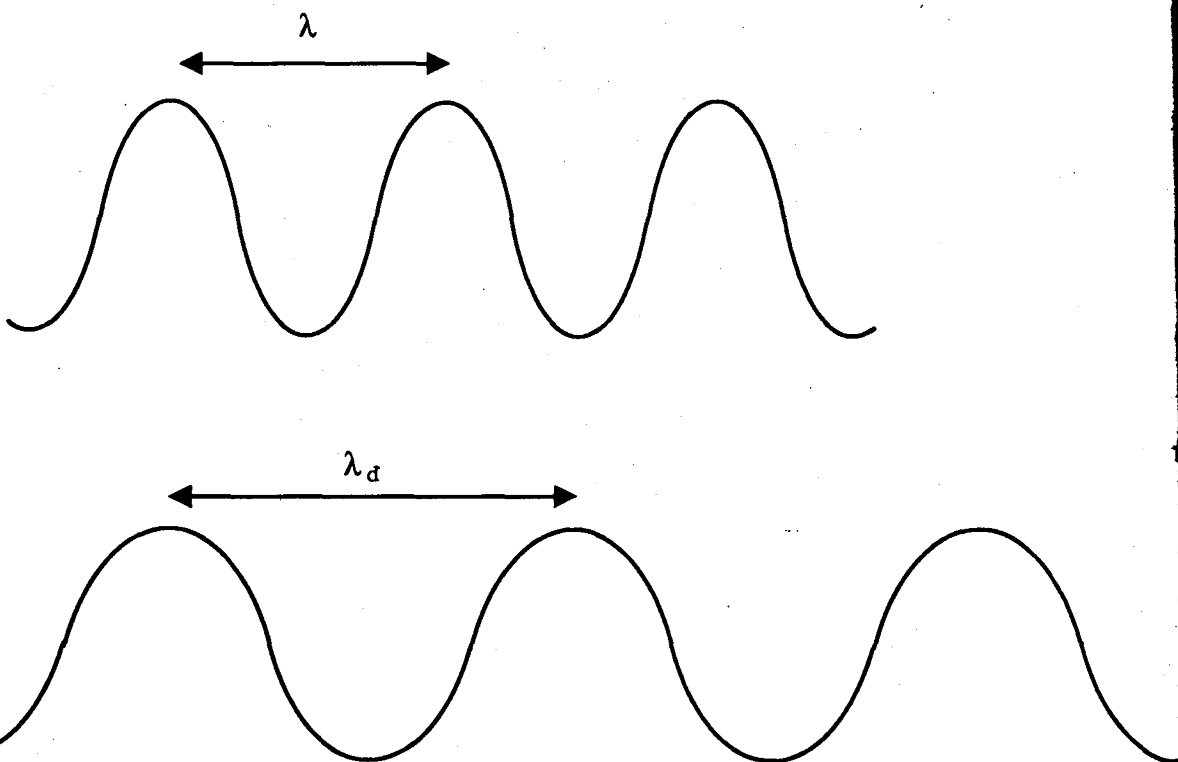
Hình 10

Theo thuyết tương đối rộng, khi bức xạ phát từ một thiên thể A xuyên qua trường hấp dẫn của một thiên thể như Mặt trời thì bị lệch hướng. Người quan sát bằng viễn kính tại điểm O từ Trái đất nhìn thấy thiên thể A ở vị trí biểu kiến A' (hình a). Vì cường độ của trường hấp dẫn của Mặt trời rất nhỏ nên độ lệch của tia bức xạ chỉ bằng 1,76 giây. Bình thường khi xa hướng Mặt trời, tia bức xạ phát thẳng vào viễn kính mà không bị lệch (hình b).



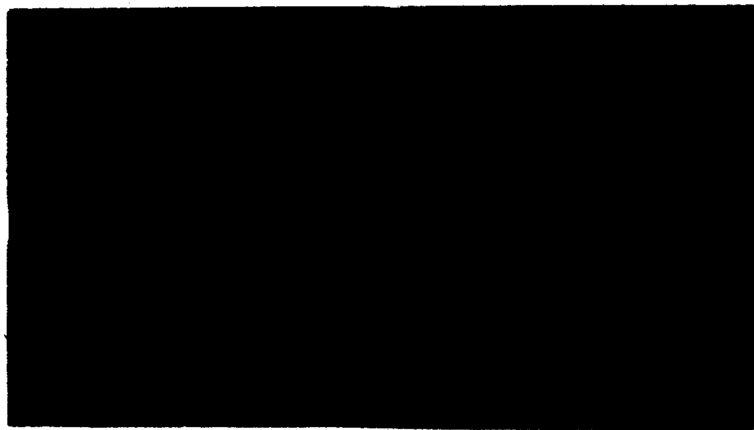
Hình 11

Ta có thể hình dung những tia bức xạ (cũng như tia sáng) như những làn sóng trên mặt biển. Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng rất đều gọi là bước sóng và được biểu diễn thông thường bằng chữ Hy Lạp, λ (lamđa). Khi bức xạ có bước sóng λ truyền xuyên qua trường hấp dẫn của một thiên thể (xem hình 10) thì bước sóng dài ra và trở thành $\lambda_đ$. Tia bức xạ "dịch chuyển về phía đỏ", vì trong vùng phổ ánh sáng mà ta nhìn thấy được (phổ khả kiến), bức xạ màu đỏ có bước sóng dài nhất. Thành ngữ "dịch chuyển về phía đỏ" không có nghĩa là bức xạ có màu đỏ mà ám chỉ là bước sóng của bức xạ dài ra.



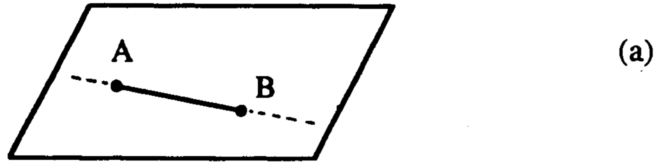
Hình 12

Năm 1989, vệ tinh "COBE" được phóng để đo "phông Vũ trụ" trên bước sóng milimet (sóng vô tuyến). Phông Vũ trụ là vết tích của Vụ Nổ nguyên thủy "Bích Băng" tạo ra Vũ trụ cách đây 15 tỉ năm. Phông Vũ trụ không đồng đều, thay đổi một cách hỗn độn từ nơi này sang nơi khác trong Vũ trụ. Hình "màu giả tạo" (màu chọn theo sở thích của người xử lí số liệu) biểu diễn Vũ trụ như một "elipxôit" (hình cầu dẹp). Những vết lổn nhổn màu xanh đỏ có kích thước lớn bằng những chòm thiên hà miêu tả tính chất không đồng đều của Vũ trụ. Nhiệt độ của bức xạ tại những vết lổn nhổn, chỉ hơn kém nhau có 3 phần mười vạn (3×10^{-5}) độ so với nhiệt độ trung bình của phông là 2,7 độ Kenvin. Vì vậy sự phát hiện ra những vết không đồng đều trong Vũ trụ đến nay mới thực hiện được và phải dùng kĩ thuật đo đạc và xử lí rất phức tạp. Những "vết nứt" trong Vũ trụ đã được tạo ra cách đây gần 15 tỉ năm và là mầm mống của những hệ thiên hà và các thiên thể trong Vũ trụ, kể cả dải Ngân hà và Hệ mặt trời của chúng ta. (Ảnh quan sát và xử lí bởi nhóm các nhà thiên văn COBE. Tài liệu trích trong bài báo khoa học của Ông G. Smoot và các cộng tác viên đăng trong tạp chí Astrophysical Journal số 396, trang L1, năm 1992)

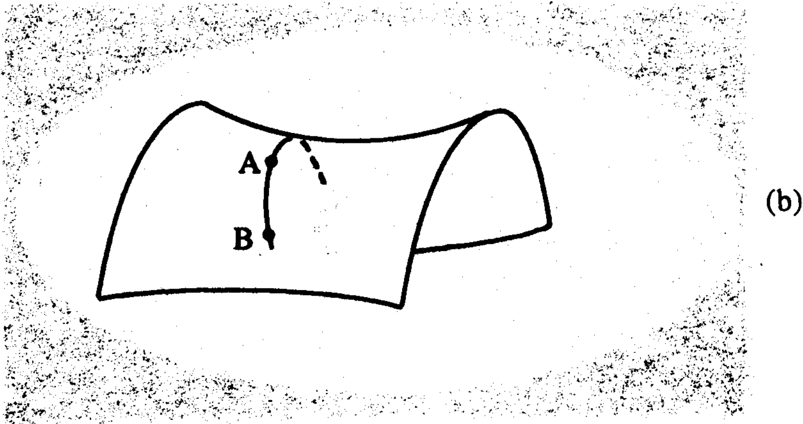


Hình 13

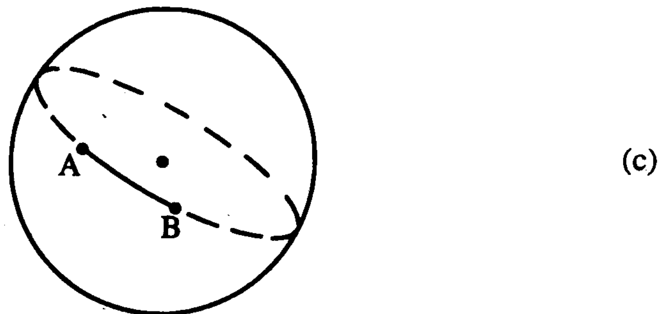
Không gian Vũ trụ có thể phẳng hoặc cong, vô tận hoặc có giới hạn. Trong một không gian phẳng (a), đường ngắn nhất giữa hai điểm A, B là đường thẳng AB. Đường thẳng AB dẫn tới vô tận. Không gian phẳng là một không gian "mở". Có những loại không gian không phẳng như không gian hình "yên ngựa" (b). Nếu từ một điểm A ta đi theo một đường thẳng AB trên yên ngựa, ta không trở lại được điểm A. Không gian hình yên ngựa cũng là một không gian mở, vô tận. Trong không gian cong hình cầu (c), đường ngắn nhất nối hai điểm A, B là cung vòng tròn cùng tâm với quả cầu và chạy qua A, B. Nếu ta đi một vòng ta lại trở lại điểm A. Không gian hình cầu là không gian đóng (có giới hạn).



(a)



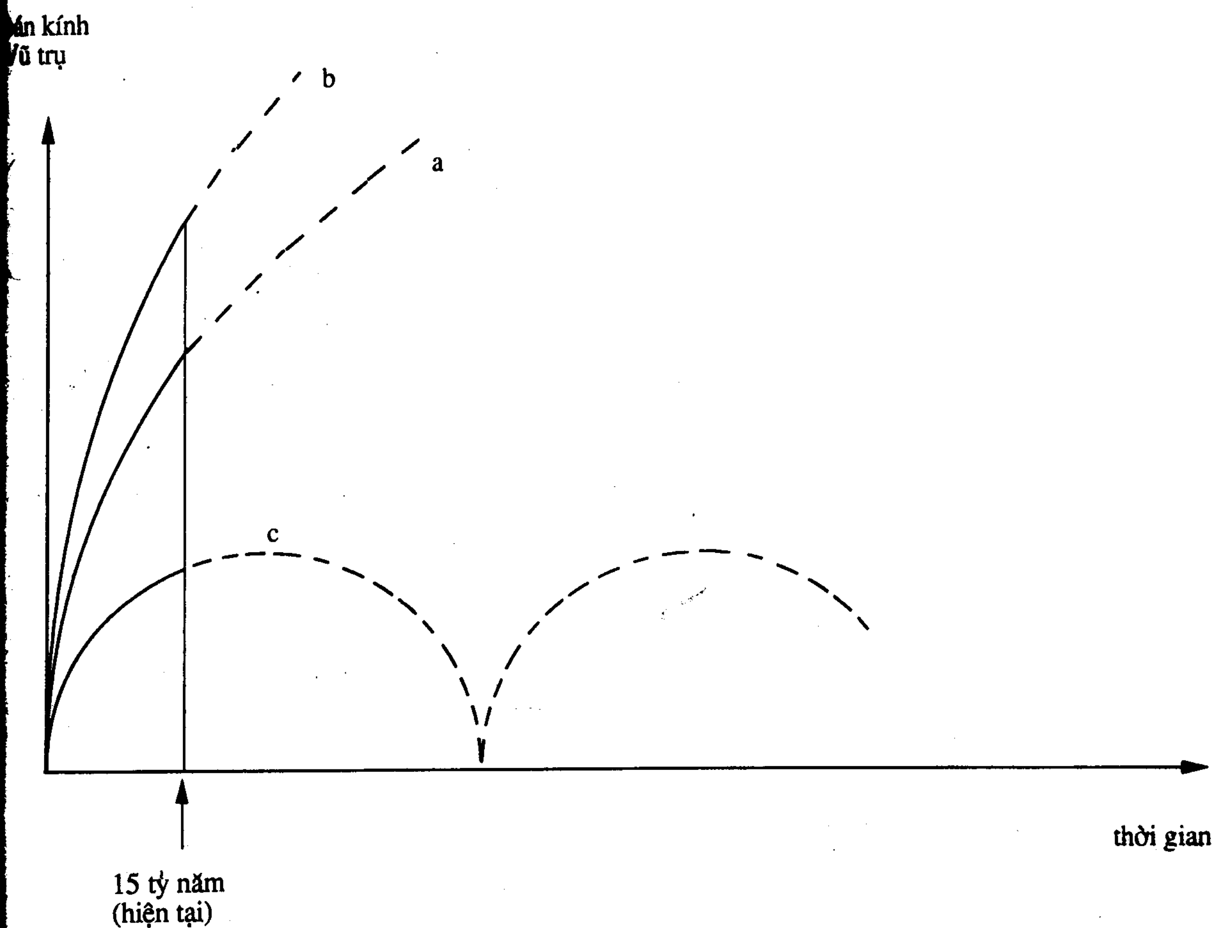
(b)



(c)

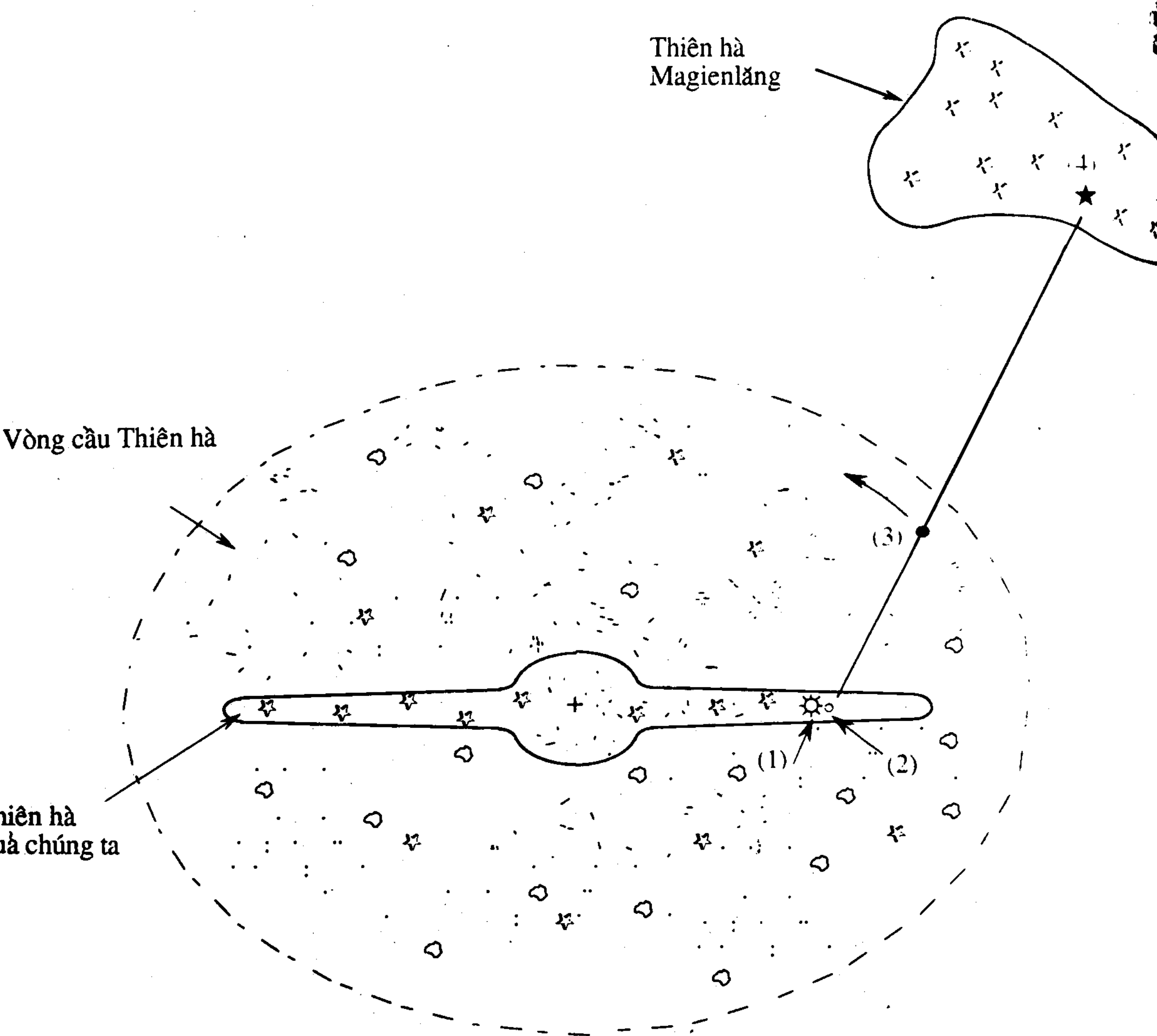
Hình 14

Theo những mô hình, nếu Vũ trụ là một không gian phẳng, đường bán kính của Vũ trụ cứ nở ra mãi mãi. Bán kính là hàm số của thời gian theo đường cong "parabôn" (đường cong a). Vũ trụ có không gian hình yên ngựa giãn nhanh hơn theo đường cong "hipecbôn" (đường cong b). Vũ trụ hình yên ngựa mở nhiều hơn là Vũ trụ phẳng và cả hai đều giãn nở vô tận. Vũ trụ hình cầu là Vũ trụ đóng và có khả năng giãn nở và co lại tuần hoàn theo đường cong "elip" (đường cong c). Vũ trụ được tạo ra cách đây 15 tỉ năm và giãn nở vô tận hay co giãn tuần hoàn là tùy theo lượng vật chất có trong Vũ trụ. Hiện nay, chưa biết "kịch bản" nào sẽ diễn ra. Vì Vũ trụ chứa nhiều "chất đen" chưa phát hiện được.



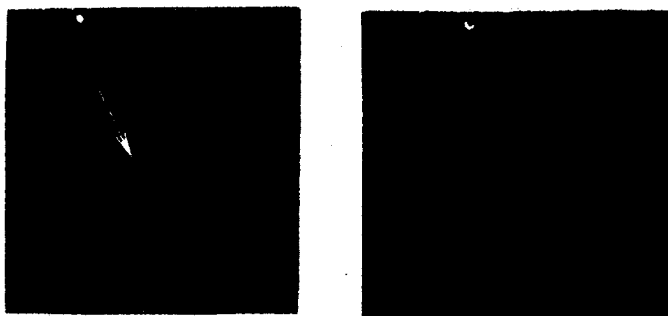
Hình 15

Trong Thiên hà của chúng ta có những thiên thể không nhìn thấy và không phát bức xạ. Đó là trường hợp những "sao lùn nâu", loại thiên thể nửa hành tinh nửa sao không tự phát bức xạ, nhưng có khả năng khuếch đại những tia xạ từ các thiên hà khác tới, như một thấu kính. Hiện tượng này gọi là "thấu kính hấp dẫn" vì khả năng khuếch đại ánh sáng là thành quả của trường hấp dẫn của sao lùn nâu. Thí dụ một sao lùn nâu (3) trong vòng cầu của Thiên hà của chúng ta di chuyển trước mặt một ngôi sao (4) trong thiên hà Magienlăng. Nếu ta quan sát từ Trái đất (2) bằng kính viễn vọng thì thấy ngôi sao (4) sáng lên. Sau khi sao lùn (3) đi qua rồi thì ngôi sao (4) trong thiên hà Magienlăng lại mờ đi như trước. Tuy nhiên hiện tượng thấu kính rất hiếm, vì xác suất hai thiên thể chập vào nhau trên vòm trời rất nhỏ. Mặt trời (1) và Trái đất (2) ở trong mặt phẳng của Thiên hà của chúng ta, nhưng ở rìa Thiên hà, cách xa trung tâm (dấu chữ thập) Thiên hà khoảng 2 phần 3 đường bán kính, tức là 30 nghìn năm ánh sáng.



Hình 16

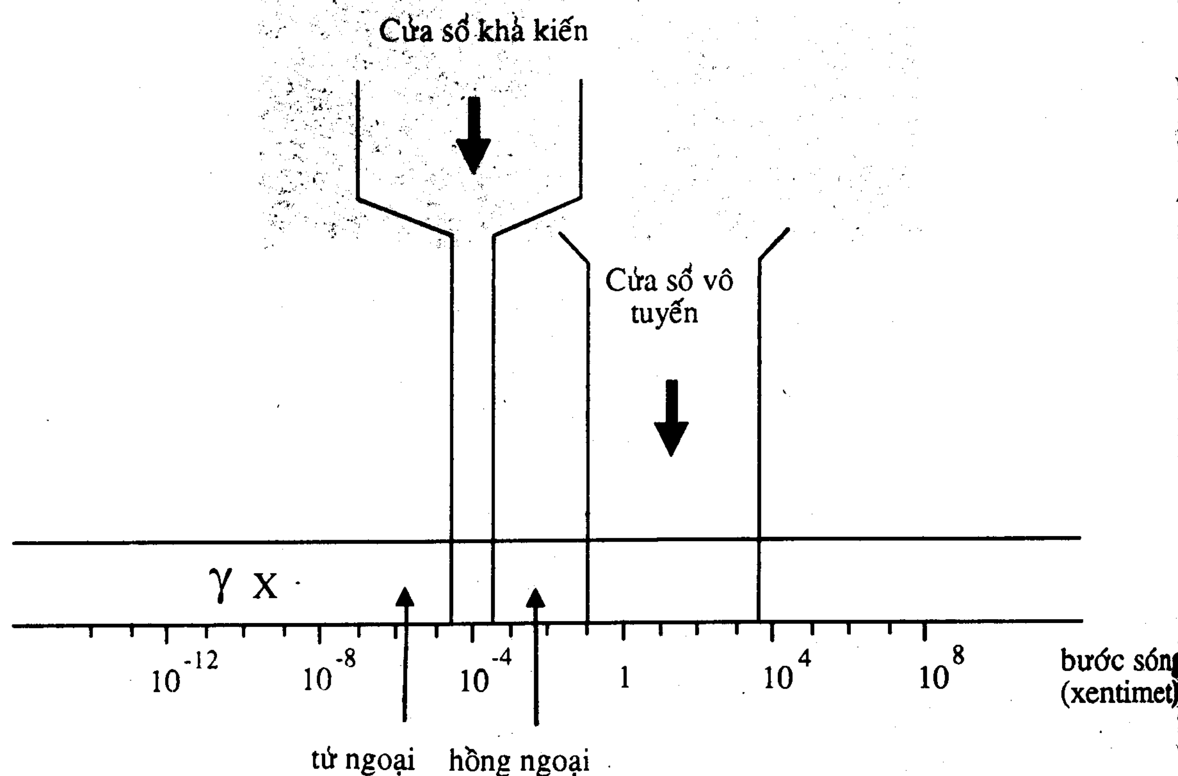
Ảnh chụp một ngôi sao trong thiên hà Magienlăng sáng bừng lên (sao chỉ bằng mũi tên trong ảnh bên phải) khi một "sao lùn nâu" trong Thiên hà của chúng ta đi qua trước mặt và khuếch đại ánh sáng do hiệu ứng "thấu kính hấp dẫn". Ngôi sao bình thường rất mờ (ảnh bên trái). Sao bừng sáng trong 3 tuần lễ. Ảnh chụp trong tháng 2 năm 1992 và xử lí bởi nhóm các nhà khoa học ở nhiều viện cộng tác với nhau : Khoa Vật lí thiên văn(Dapnia, Saclay, Pháp), Phòng thí nghiệm máy gia tốc (Orsay), Viện Vật lí thiên văn (IAP), Đài thiên văn Paris, Đài thiên văn Marseille và Phòng thí nghiệm thiên văn Vũ trụ (LAS) Marseille. (Xem cả hình 15).



Hình 17

Phổ điện từ

Bức xạ của những thiên thể phát ra trên nhiều bước sóng, từ những bước sóng tia gamma (γ) và X rất ngắn, một phần nghìn tỉ (10^{-12}) xentimet, cho tới những bước sóng vô tuyến dài, hàng vạn xentimet. Hệ phổ này gọi là "phổ điện từ". Trên mặt đất ta không thu được hết cả phổ bức xạ Vũ trụ nhưng chỉ "ngó" được qua hai "cửa sổ", "cửa sổ khả kiến" (nhìn thấy được) và "cửa sổ vô tuyến" (thu được bằng viễn kính vô tuyến). Các tia gamma, X, tử ngoại, hồng ngoại xa (loại sóng hồng ngoại dài) hoặc bức xạ vô tuyến trên những bước sóng rất dài đều bị khí quyển Trái đất hấp thụ hoặc phản chiếu trở lại Vũ trụ. Muốn quan sát trên những bước sóng này, các nhà khoa học phải đặt viễn kính trên những vệ tinh phóng lên cao.



Hình 18

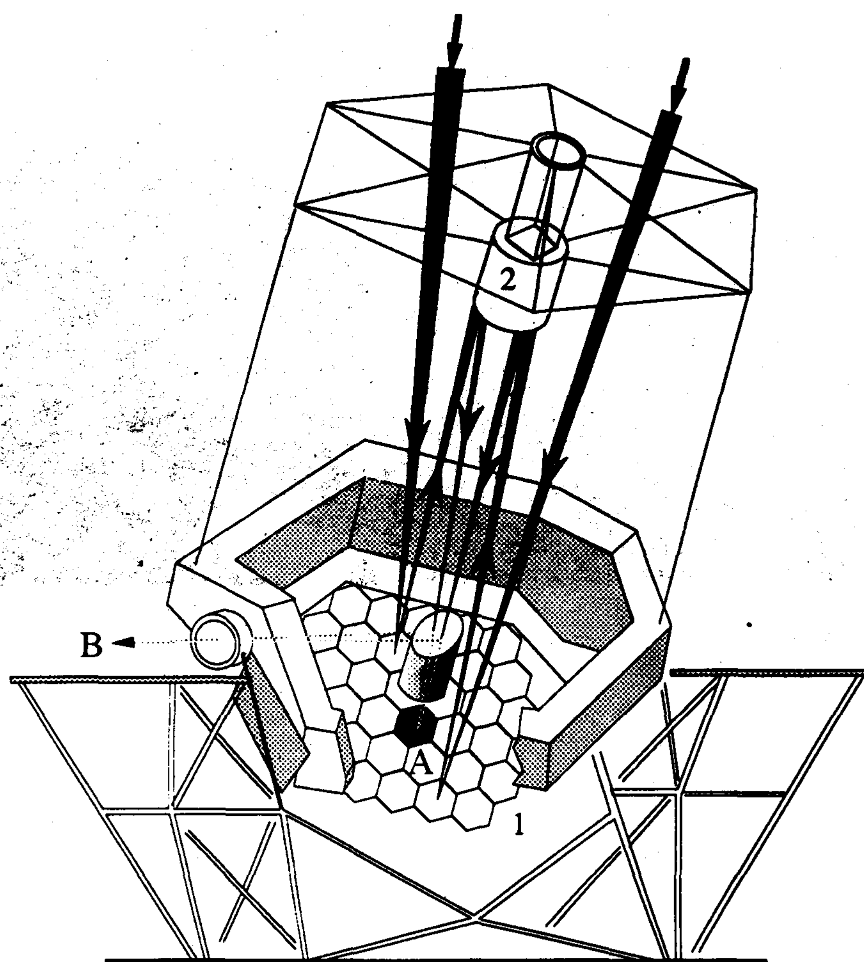
Đài thiên văn của cộng đồng Châu Âu đặt trên một đỉnh cao 2400 met của dãy núi Ăngđơ (Andes) tại Chilê để quan sát bầu trời nam bán cầu. Có hơn một chục viễn kính đủ loại quan sát trong vùng sóng khả kiến, hồng ngoại gần (loại sóng hồng ngoại ngắn) và vô tuyến.



Hình 19

Nguyên tắc hoạt động của một viễn vọng kính hiện đại. Tia sáng phát từ một thiên thể (theo những mũi tên) lọt vào mặt "gương chính" gồm có nhiều gương nhỏ ghép vào nhau (1). Gương chính phản chiếu tia tới vào một "gương phụ" (2) treo đối diện với gương chính. Gương phụ phản chiếu tia sáng vào tiêu điểm A hoặc B. Ở tiêu điểm có những máy thu và truyền số liệu vào máy tính điện tử để xử lí.

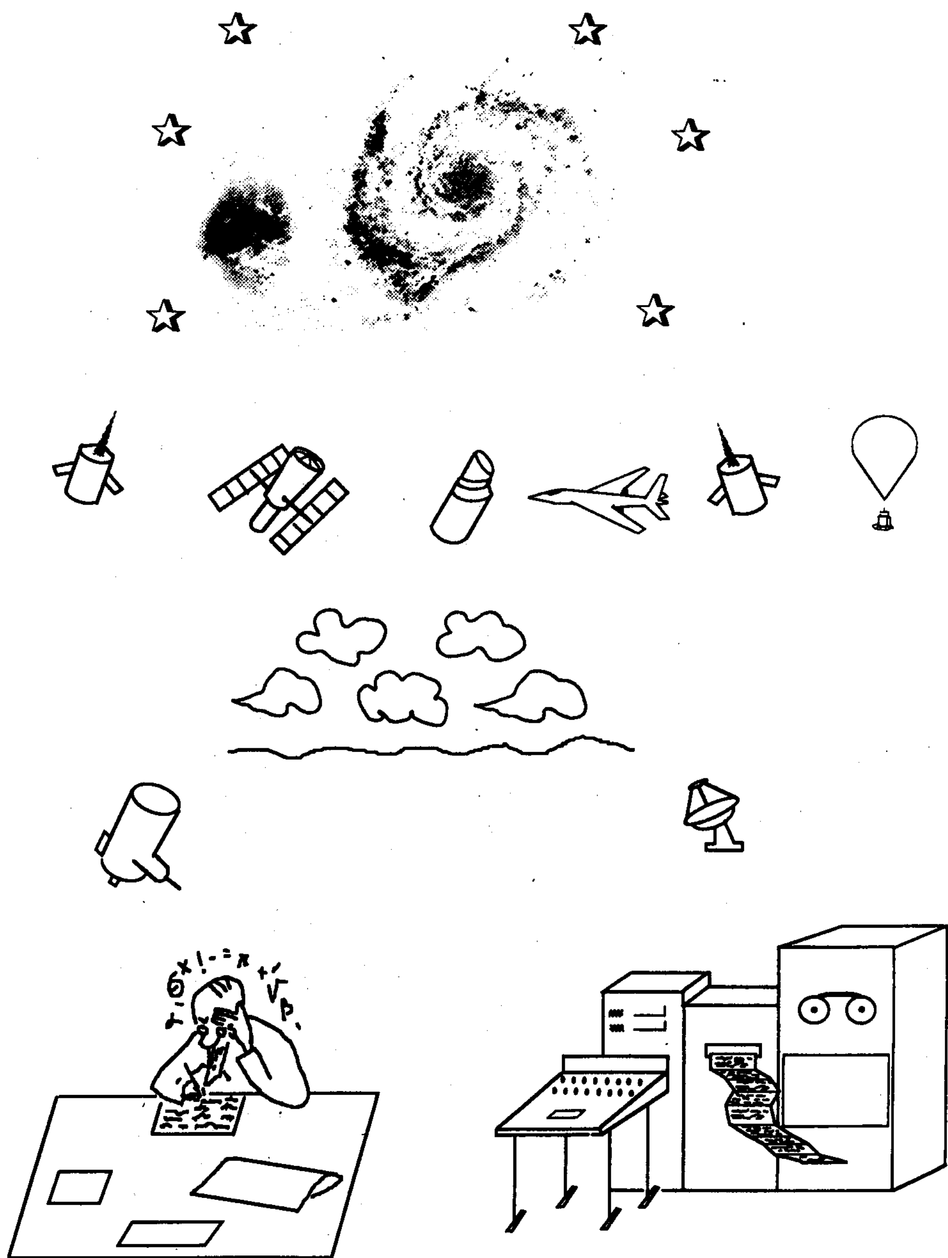
Viễn kính "Kếch" đặt trên đỉnh núi MônaKe (quần đảo Haoai) cao 4200 met có 36 gương nhỏ ghép thành một mặt gương lớn 10 met. Một hệ thống điều khiển 36 gương nhỏ bằng máy tính và tự động duy trì mặt gương 10 met lúc nào cũng theo đúng mặt gương lí tưởng để đạt được tiêu chuẩn quan sát tốt.



Hình 20

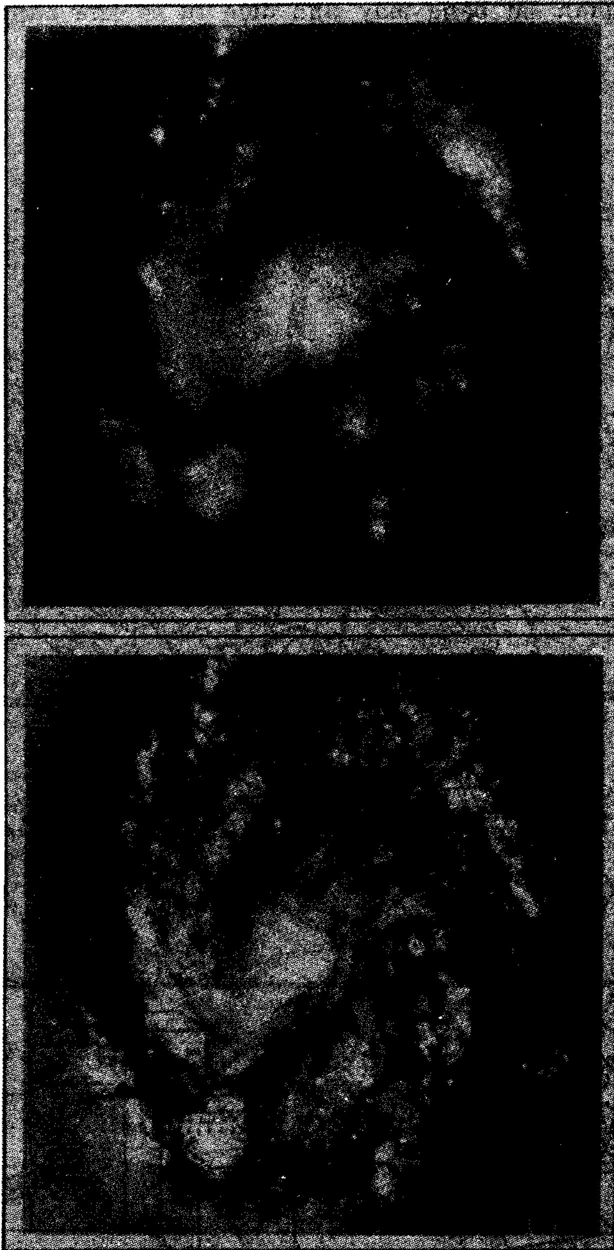
Muốn tìm hiểu vũ trụ, các nhà khoa học phải quan sát trên toàn bộ những bước sóng trong phổ điện từ, từ các tia gamma và X cực ngắn đến sóng vô tuyến cực dài. Bức xạ phát ra trên mỗi vùng sóng cho ta biết thành phần vật chất, nhiệt độ, mật độ và những điều kiện lí hóa trong thiên thể. Chẳng hạn thành phần khí của các thiên hà phát ra ánh sáng ta nhìn thấy và tín hiệu thu được trên những bước sóng vô tuyến. Bụi trong thiên hà phát tia hồng ngoại. Môi trường chung quanh những lỗ đen và punxa thường phát ra các tia gamma và X.

Ngoài những kính viễn vọng quang học và kính viễn vọng vô tuyến trên mặt đất, những viễn kính còn được đặt trên máy bay và khinh khí cầu bay cao để tránh phần nào sự hấp thụ của khí quyển Trái đất. Những vệ tinh phóng viễn kính ra hẳn ngoài khí quyển để đạt được tiêu chuẩn quan sát lí tưởng. Phải có cả những nhà khoa học nghiên cứu lí thuyết đề xuất những mô hình tiên đoán và giải thích những hiện tượng quan sát bằng máy tính điện tử có khả năng tính toán lớn.



Hình 21

Ảnh trung tâm thiên hà "Metxiê 100" trong chòm thiên hà "Xử Nữ" (Virgo) chụp bằng kính viễn vọng Hơpbơn (Hubble) phóng ra ngoài khí quyển Trái đất năm 1990 bởi tàu con thoi vũ trụ "Đixcôvơri". Vì có khuyết điểm lúc đầu nên ảnh thiên hà bị nhòa (ảnh trên chụp ngày 27 tháng 11 năm 1993). Trong chuyến bay của con thoi "Enđevơ" trong tháng 12 năm 1993, một nhóm nhà du hành vũ trụ đã trùng tu được viễn kính. Ảnh thiên hà chụp sau khi kính được trùng tu rất sắc nét (ảnh dưới chụp ngày 31 tháng 12 năm 1993), chứng tỏ sự trùng tu viễn kính đạt được kết quả mĩ mãn. Vì thiên hà nhìn thấy thẳng mặt từ Trái đất nên ta thấy rõ những cánh tay xoắn ốc bắt nguồn từ nhân thiên hà. Thành phần của những cánh tay xoắn ốc chủ yếu là khí và sao. Ảnh của "Viện khoa học Viễn kính Vũ trụ Hơpbơn" (Hubble Space Telescope, Wide Field and Planetary Camera team, and NASA).



Hình 22

Quá trình hình thành một hệ sao với các hành tinh chung quanh, bắt đầu từ một đám mây khí và bụi. Do sức nặng của nó, đám mây sụp xuống (a). Vì vừa sụp vừa quay nên vật chất tập trung vào giữa đám mây, tạo thành một tinh vân dẹt ở giữa có một ngôi sao đang hình thành (b). Vật chất ở rìa đám mây đọng lại thành một vòng đai trong đó có những hành tinh đang được tạo ra (c). Một hệ sao như Hệ Mặt trời vừa được ra đời.



Hình 23

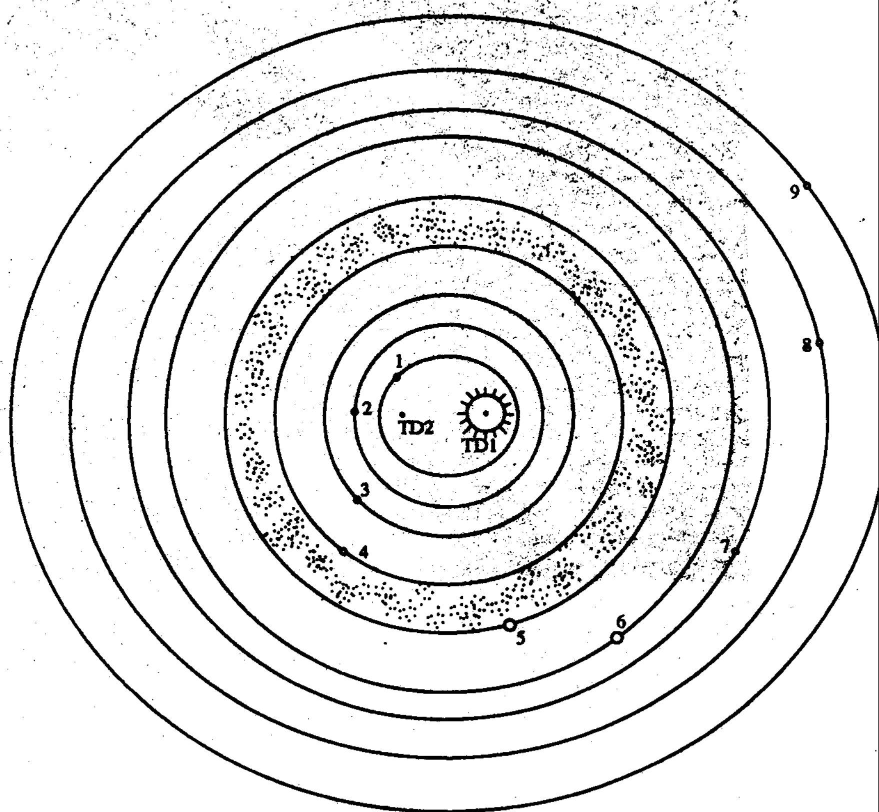
Ảnh vòng đai bụi chung quanh sao Bêta Pichtorix (Beta Pictoris) trong chòm sao "hội Giá", cách xa ta 53 năm ánh sáng. Ảnh chụp bằng viễn kính 2,2 met tại đài thiên văn "La Silla" ở Chilê bởi hai nhà thiên văn Lơcavơliê-đê-Etăng (Lecavelier des Etangs) và Viđan-Matgia (Vidal-Madjar). Bức xạ của vòng đai là ánh sáng của sao bị khuếch tán bởi những hạt bụi. Vòng đai chung quanh những hệ sao rất khó phát hiện. Hai nhà thiên văn phải dùng kĩ thuật che ánh sáng của ngôi sao ở chính giữa vòng đai để không bị lóa. Có khả năng mỗi năm có hàng trăm sao chổi trong hệ sao Bêta Pichtôrix rơi xuống sao và rải rác những mảnh vụn trong vòng đai.



Hình 24

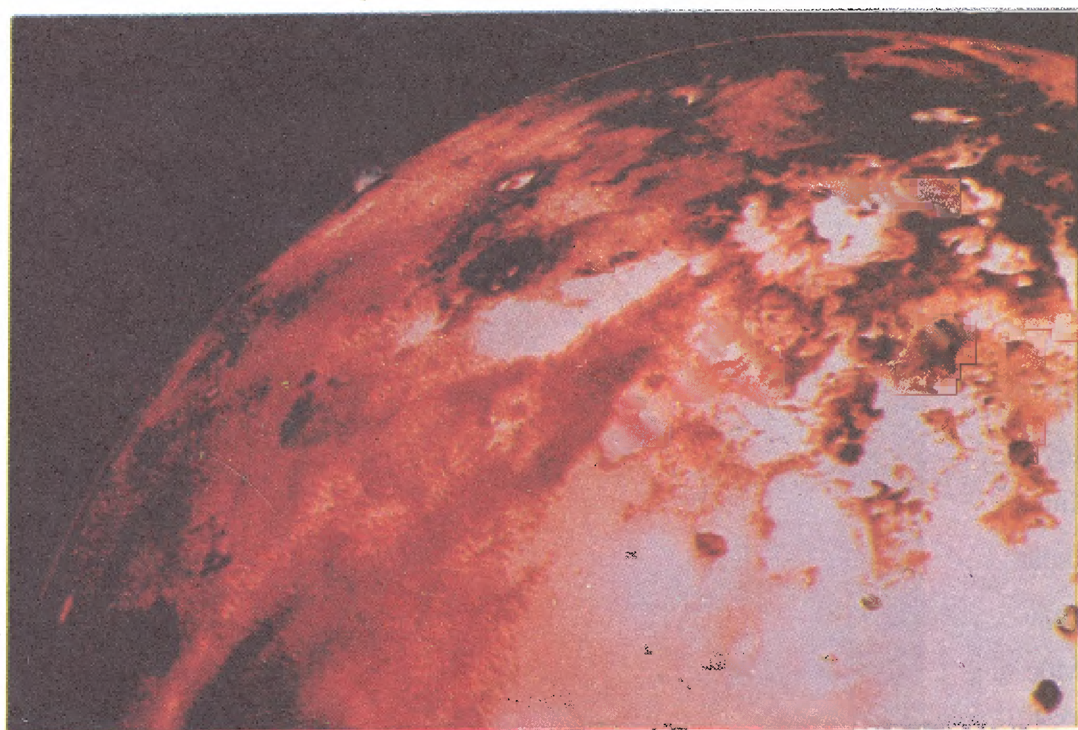
Mặt trời có 9 hành tinh quay chung quanh trên những quỹ đạo hình elip hầu như tròn, có tiêu điểm TĐ1 và TĐ2. Mặt trời ở một tiêu điểm. Trái đất cách Mặt trời 150 triệu kilômet. Khoảng cách giữa Mặt trời và Trái đất thường được lấy làm đơn vị đo khoảng cách giữa Mặt trời và các hành tinh (1 đơn vị là 150 triệu kilômet). Hành tinh Thủy (Mercure) gần Mặt trời nhất (0,39), xong đến sao Kim (Venus ; 0,72), Trái đất (1,0), sao Hỏa (Mars ; 1,52), sao Mộc (Jupiter ; 5,2), sao Thổ (Saturne ; 9,54), Thiên Vương (Uranus ; 19,18), Hải Vương (Neptune ; 30,06). Hành tinh Diêm Vương (Pluton) ở rìa Hệ mặt trời (39,44). Giữa quỹ đạo hành tinh Hỏa và Mộc có "vòng đai thiên thạch" trong đó có hàng trăm nghìn thiên thạch đủ các cỡ, từ vài trăm met tới vài trăm kilômet, lượn chung quanh Mặt trời. Ngoài 9 hành tinh , Hệ mặt trời liệu còn có những hành tinh khác xa hơn hành tinh Diêm Vương không ? Nếu có những hành tinh đó thì chúng phải làm nhiễu sự chuyển động của hành tinh Diêm Vương. Cho tới nay, chưa có kết quả quan sát nào cho thấy rằng quỹ đạo của những hành tinh ở rìa Hệ mặt trời bị nhiễu.

Hành tinh	Biểu tượng
Thủy	☿
Kim	♀
Trái đất	⊕
Hoả	♂
Mộc	♃
Thổ	♄
Thiên Vương	♅
Hải Vương	♆
Diêm Vương	♇



Hình 25

Ảnh vệ tinh Iô chụp bởi con tàu vũ trụ Voayagiơ (Voyager 1) năm 1979. Iô là một trong những vệ tinh của hành tinh Mộc (cũng như Mặt trăng là vệ tinh của Trái đất). Mặt vệ tinh Iô lỗ chỗ vì lực hấp dẫn của hành tinh Mộc và các vệ tinh khác của hành tinh Mộc giằng co vệ tinh Iô làm rách vỏ của Iô. Vật chất lỏng trong lòng Iô phụt ra ngoài tạo ra những núi lửa. Trong ảnh ta nhìn thấy một núi lửa ở rìa vệ tinh Iô đang phun vật chất lên cao tới 300 kilômet. (Tài liệu của Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology và National Aeronautics and Space Administration).



Hình 26

Ảnh tinh vân hình vòng trong chòm sao Thiên Cầm (Lyre) chụp tại đài thiên văn Hêlơ (Hale, California Institute of Technology). Quá trình tiến hóa của những ngôi sao tùy thuộc khối lượng của chúng. Sao loại Mặt trời tiết kiệm trong sự tiêu thụ năng lượng nên sống được tới một chục tỉ năm. Trước khi kết liễu "cuộc đời", sao phun vật chất ra ngoài môi trường giữa các sao tạo thành một vòng đai sáng. Lõi sao nguội dần và biến thành "sao lùn trắng", như một bộ xương còn lại không phát bức xạ. Vòng đai giãn nở và tan rã để hòa dần vào môi trường giữa các sao. Tinh vân Thiên Cầm là một thí dụ điển hình của giai đoạn cuối cùng của những ngôi sao. Đó cũng sẽ là số phận của Mặt trời của chúng ta trong vòng 5 tỉ năm nữa.



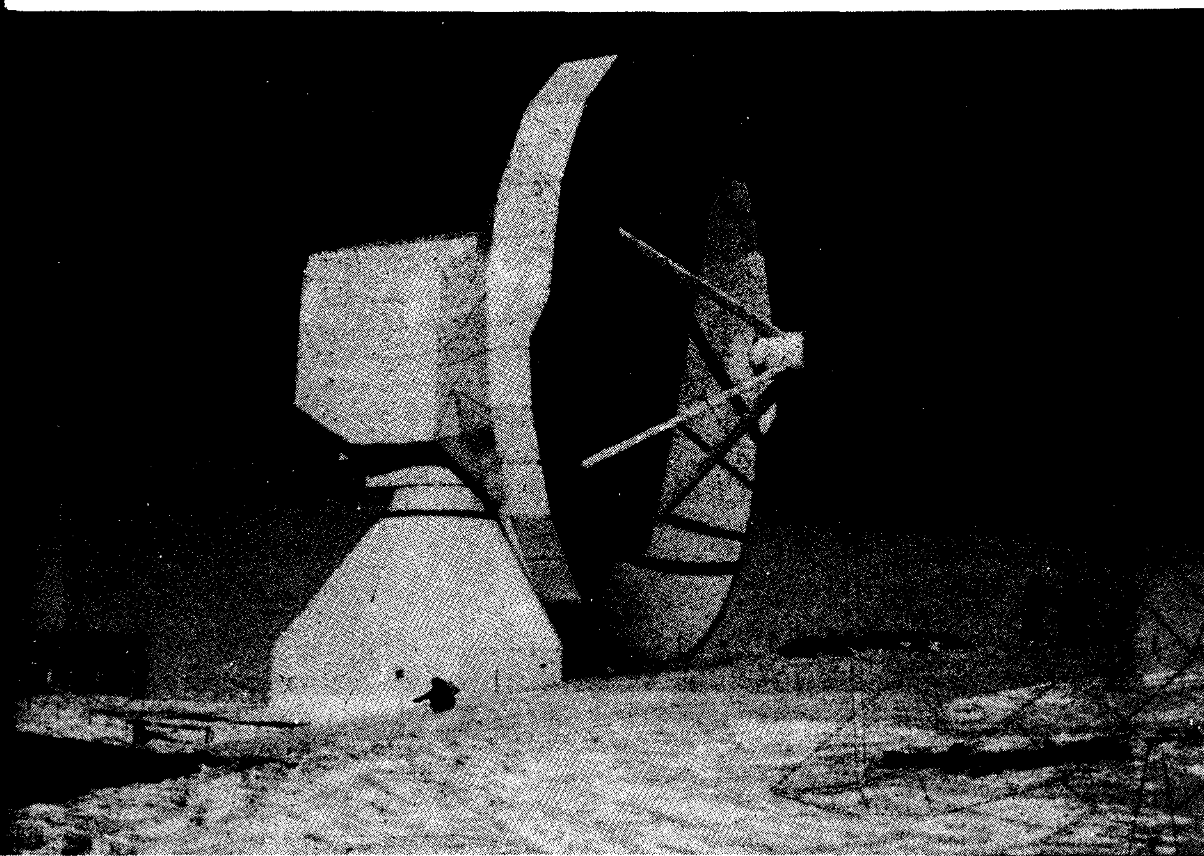
Hình 27

Ảnh "Tinh vân Cua" trong chòm sao Kim Ngưu (Taurus) chụp tại đài thiên văn Hêlơ (Hale, California Institute of Technology). Loại sao nặng hơn Mặt trời kết liễu cuộc đời bằng cách bùng nổ đột ngột như những quả bom khinh khí khổng lồ. Vì tiêu thụ nhiên liệu quá nhanh sao sụp xuống, nổ tan và bùng sáng. Hiện tượng này gọi là "sao siêu mới". Tinh vân Cua là vết tích của vụ sao nổ phát hiện bởi các nhà thiên văn Trung Quốc và Nhật Bản năm 1054. Theo sử Trung Quốc, sao siêu mới hiện ra năm 1054 sáng đến nỗi nhìn thấy bằng mắt thường giữa ban ngày trong 3 tuần lễ. Chín thế kỉ sau, các nhà thiên văn hiện nay còn quan sát được vết tích của sao siêu mới có dạng con cua, phát ra bức xạ xincrôtrôn vô tuyến rất mạnh. Hiện nay, các sợi vật chất sáng chói trong tinh vân vẫn còn bay ra từ trung tâm với tốc độ hàng nghìn kilômet một giây ! Lõi sao bị nén thành sao "nơtrôn" tạo ra một "punxa" phát những xung tín hiệu vô tuyến như một ngọn hải đăng (xem mục 3 và 19 và hình 5).



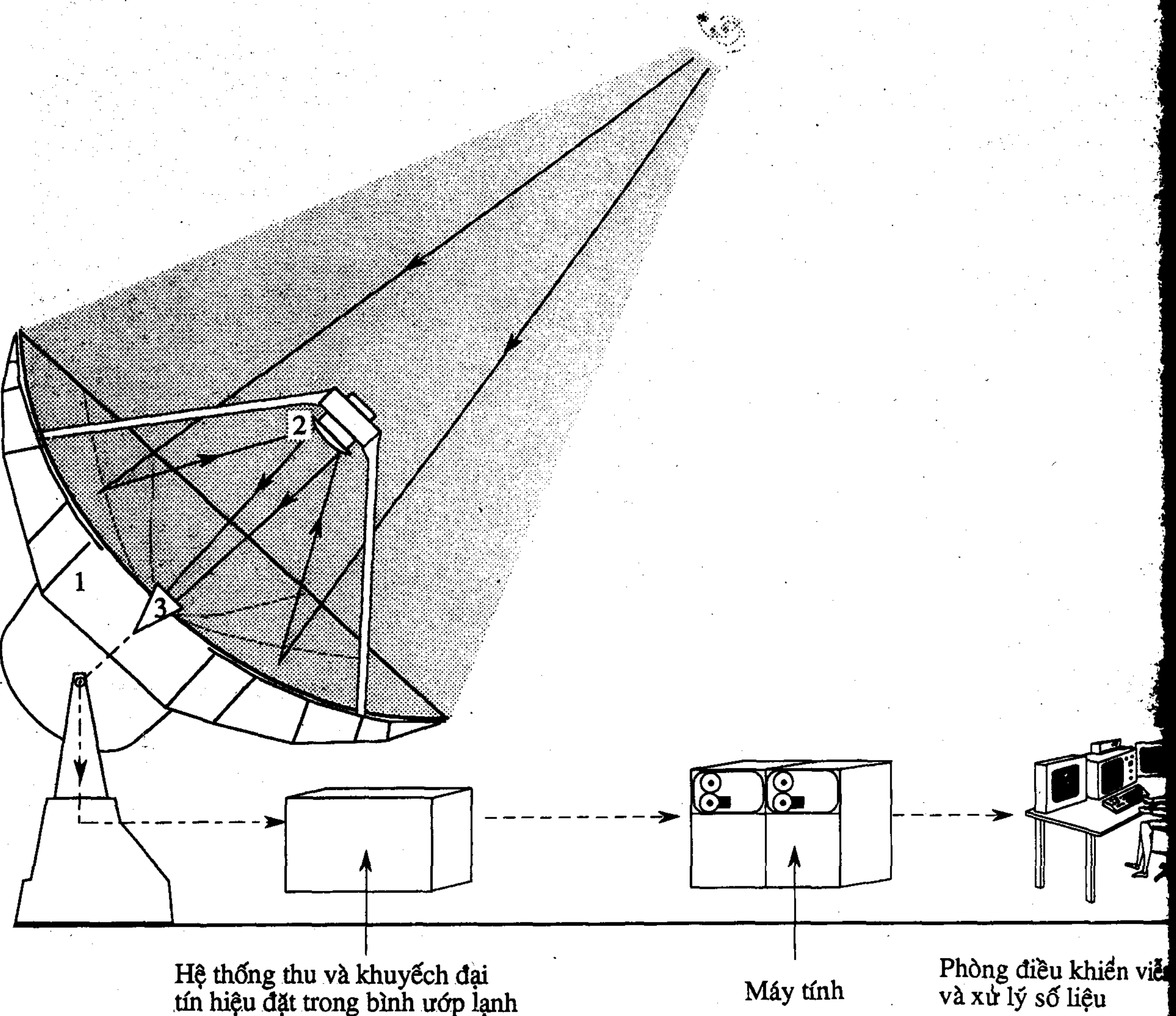
Hình 28

Vô tuyến viễn kính của "Viện vô tuyến thiên văn" (IRAM, Institut de Radio Astronomie Millimétrique" đặt trên đỉnh núi Pico Veleta trong dãy Siera Nevada tại miền nam nước Tây Ban Nha ở độ cao 2850 met. Viện IRAM là một cơ quan hỗn hợp Pháp–Đức. Viễn kính là một ăngten 30 met đường kính hoạt động trên vùng sóng milimet và là một trong những kính lớn nhất và chính xác nhất trên hoàn cầu. Tín hiệu vô tuyến được truyền qua những cáp chôn dưới đất vào phòng thí nghiệm để được xử lí. Các nhà thiên văn từ tứ phương thường xuyên tới quan sát với dụng cụ tối tân này. Mùa đông ngoài giờ làm việc, các nhà khoa học hâm mộ thể thao có thể dùng ván trượt tuyết lao xuống thung lũng tiêu khiển.



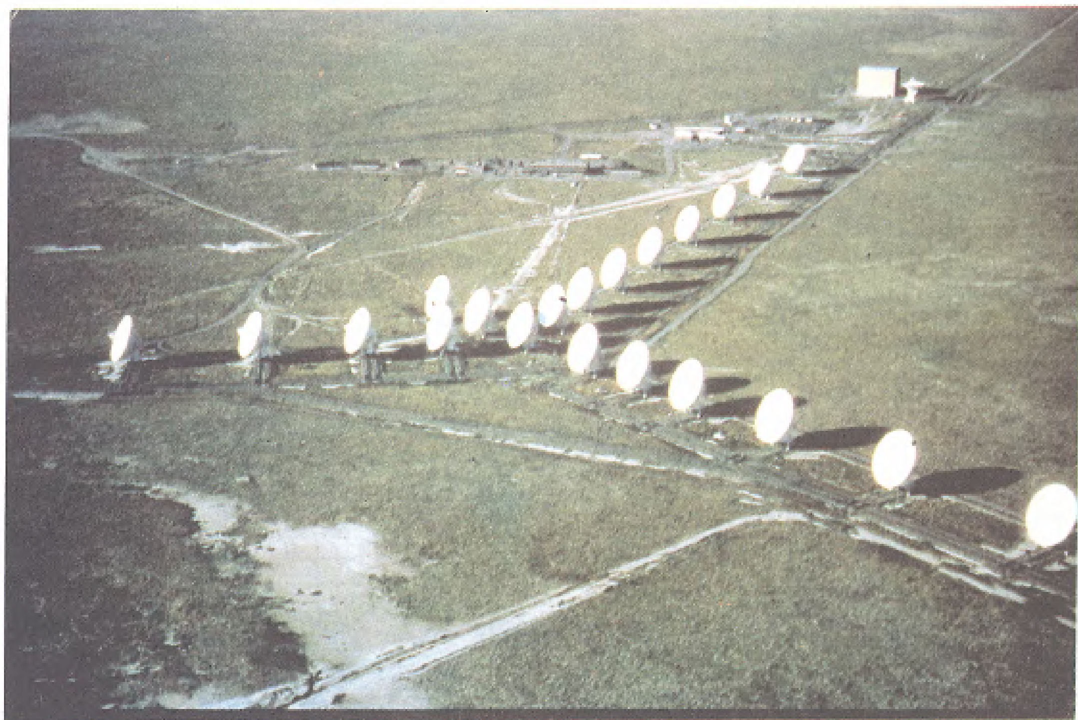
Hình 29

Cũng như viễn kính quang học hoạt động trong vùng khả kiến (xem hình 19), viễn kính vô tuyến có một "ăngten chính" (1) thu bức xạ phát ra từ hướng một thiên thể xa xăm. Ăngten chính phản xạ vào một "ăngten phụ" (2) treo bằng 3 chân và đối diện với ăngten chính (xem cả hình 28). Bức xạ phản chiếu bởi ăngten phụ được tập trung vào tiêu điểm (3) của ăngten chính. Sau đó tín hiệu vô tuyến được truyền vào một hệ thống thu và khuếch đại đặt trong một bình ướp lạnh dùng khí hêli. Bộ phận ướp lạnh rất quan trọng vì nó làm giảm hẳn "tiếng ồn" điện tử của máy thu để làm nổi bật tín hiệu của thiên thể. Máy tính dùng để điều khiển ăngten quay tới hướng quan sát và theo dõi thiên thể hàng giờ (vì Trái đất quay nên thiên thể di chuyển trên vòm trời) để thu thập được nhiều bức xạ phát ra từ thiên thể. Máy tính cũng cần thiết trong công việc xử lí số liệu.



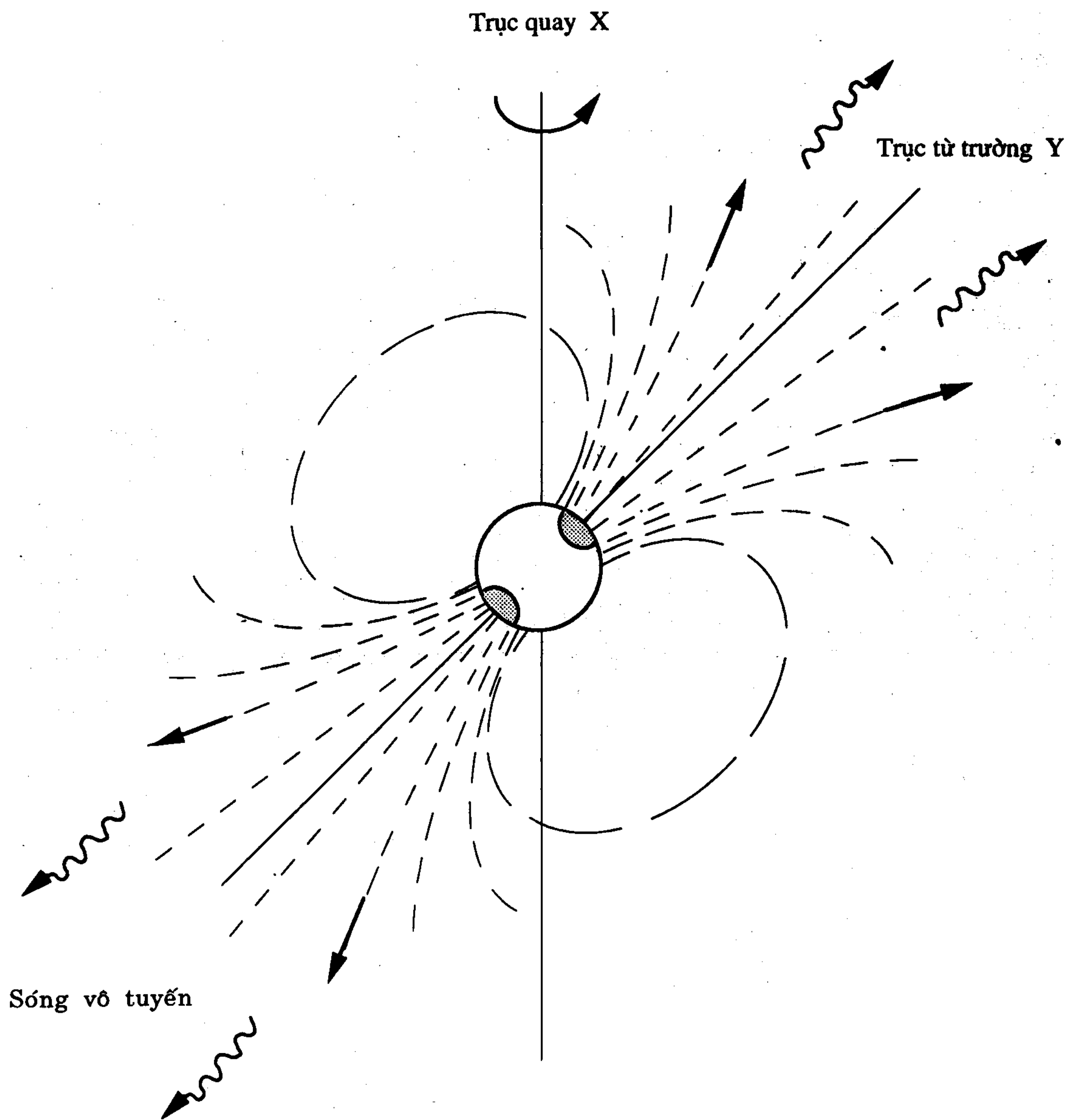
Hình 30

Dãy ăngten rất lớn (VLA, Very Large Array) của Đài thiên văn vô tuyến Quốc gia Mỹ đặt tại tiểu bang Niu Mêchxicô (New Mexico). Hệ thống viễn kính vô tuyến này gồm có 27 ăngten 25 met đường kính đặt theo hình chữ Y rải rác trên một khu vực rộng khoảng 35 kilômet. Dãy ăngten hoạt động theo phương thức giao thoa có khả năng phân giải lớn. Với khả năng phân giải tối đa, viễn kính có thể phân biệt những chi tiết nhỏ bằng hạt gạo ở khoảng cách xa 4 kilômet (ảnh của đài thiên văn vô tuyến NRAO).



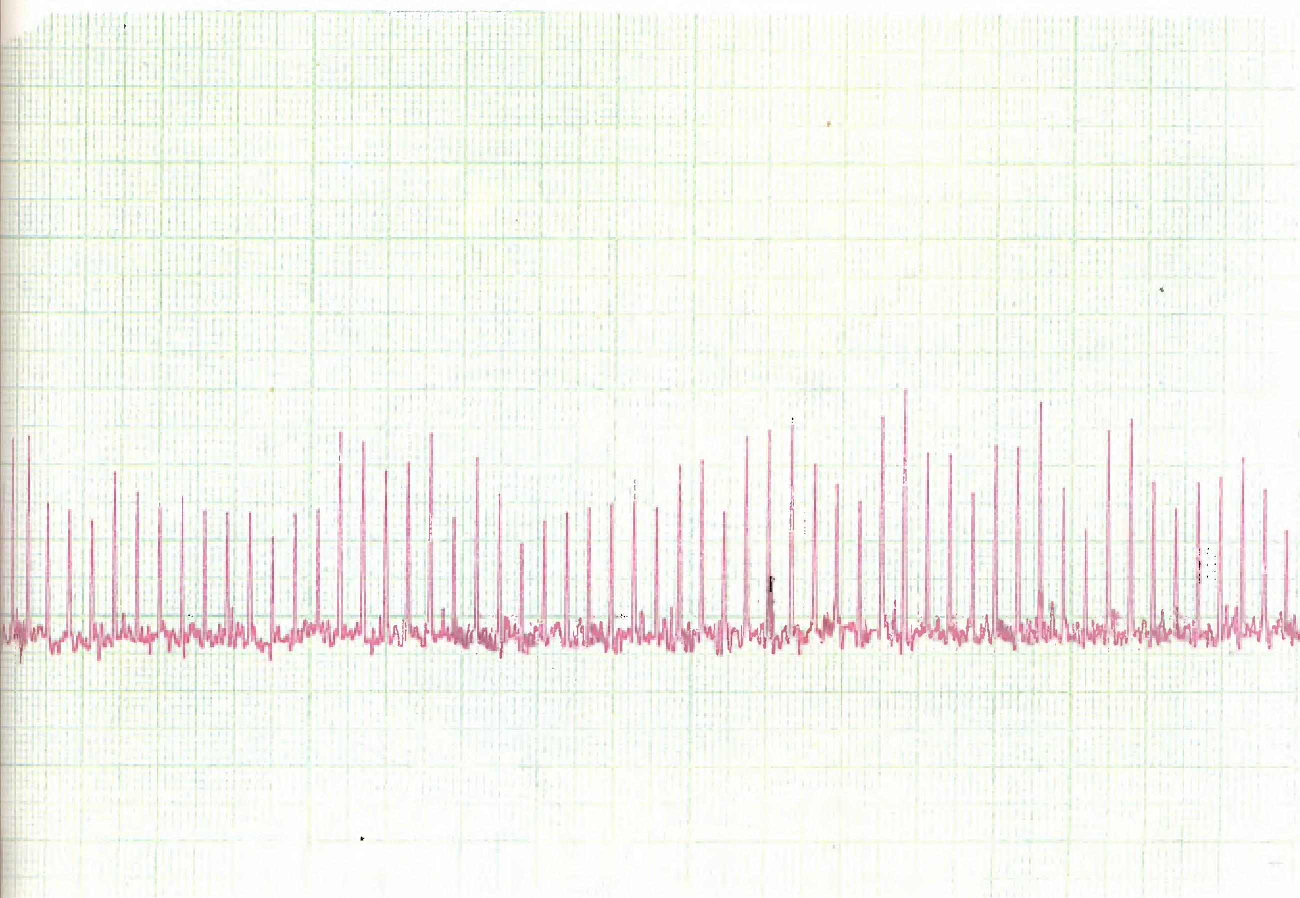
Hình 31

Sau khi bùng nổ, sao siêu mới bắn vật chất ra ngoài môi trường giữa các sao. Vật chất còn lại trong lõi sao bị nén nên những hạt êlectrôn nhập vào những hạt prôtôn để biến thành nơtrôn. Lõi sao toàn là nơtrôn và mật độ của vật chất trong sao cực lớn. Một xentimet khối vật chất trong sao nặng hàng tỉ tấn ! Những hạt ion hóa bị bẫy trong từ trường và tập trung ở hai cực (vùng màu xám) trên trục Y của từ trường. Chúng phát ra một tia bức xạ vô tuyến giới hạn trong chóp nón có góc nhỏ. Trục của chóp nón là trục Y của từ trường. Sao nơtrôn tự quay chung quanh một trục (trục X) cuốn theo cả từ trường và nón phát xạ. Mỗi khi nón phát xạ quét qua hướng Trái đất thì ta thu được tín hiệu vào vô tuyến viễn kính. Vì vậy bức xạ thu được từng xung như ánh sáng của một ngọn hải đăng. Nguồn xạ này gọi là punxa. (Những đường cong chấm là đường sức của từ trường).



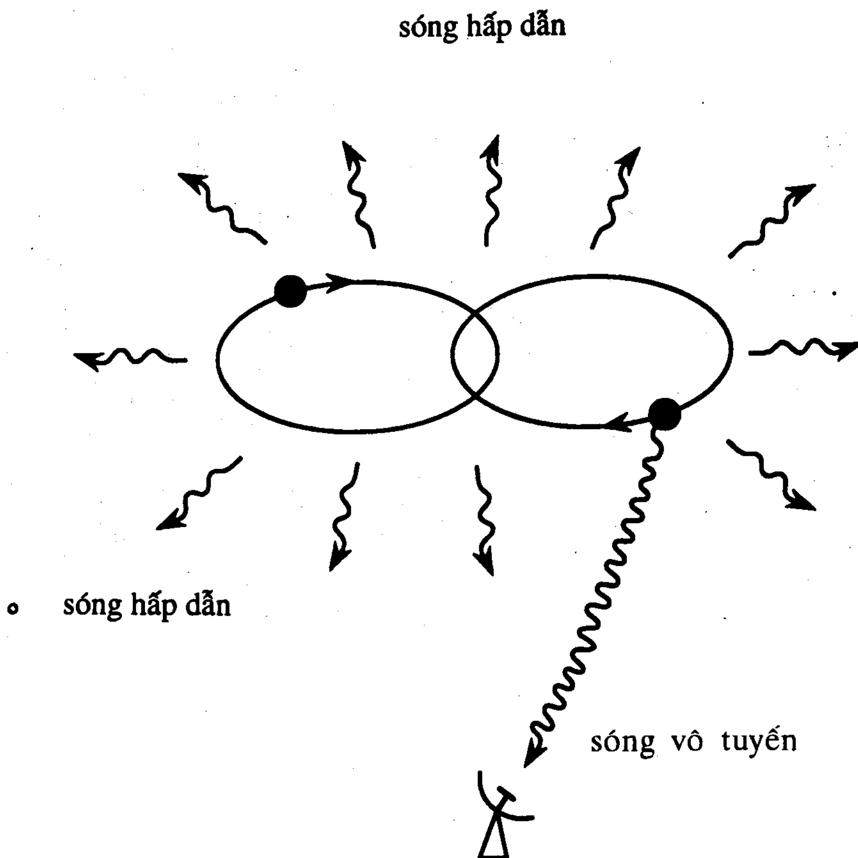
Hình 32

Tín hiệu vô tuyến của punxa "0329+54" thu ngày 22 tháng 6 năm 1993 trên bước sóng 21 xentimet bằng vô tuyến viễn kính đặt tại Năngxê (Nancay, Pháp). Tên của punxa thường là những con số biểu thị tọa độ của nó trên vòm trời. Những vạch dài là tín hiệu punxa phát ra từng xung với một chu kì rất đều. Mỗi vạch cách nhau 0,71451866398 giây đồng hồ. Tức là trong khoảng thời gian ngắn đó, hình nón phát xạ của punxa quay được một vòng như một ngọn hải đăng lóe sáng (xem hình 31). Nhịp quay của punxa chính xác hơn cả những đồng hồ nguyên tử. Trái lại, cường độ của mỗi xung (chiều dài của những vạch) có thể thay đổi khi cao khi thấp. Những vạch sẫm ngắn lên xuống là tiếng ồn của máy thu tín hiệu.



Hình 33

Có loại punxa đôi (hai hình tròn màu đen) quay chung quanh nhau như hai vũ nữ. Nón phát xạ của một trong hai punxa quét qua hướng Trái đất (punxa bên phải trong hình) nên ta thu được từng xung tín hiệu của nó. Còn nón phát xạ của punxa đồng hành (bên trái trong hình) quay nhưng không hướng về phía Trái đất nên không thu được. Theo thuyết tương đối rộng, khi cặp punxa di chuyển chung quanh nhau trong trường hấp dẫn của chúng phải phát ra bức xạ gọi là "sóng hấp dẫn". Vì phát ra sóng hấp dẫn nên hai punxa mất năng lượng và dần dần rơi vào nhau. Chu kì của chúng ngắn đi. Đo được độ giảm của chu kì là gián tiếp phát hiện được sóng hấp dẫn tiên đoán bởi thuyết Anhxtanh. Hiện nay, sự đo độ giảm của chu kì punxa đôi là phương pháp duy nhất chứng minh là có sóng hấp dẫn.

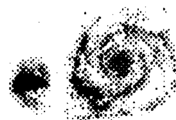


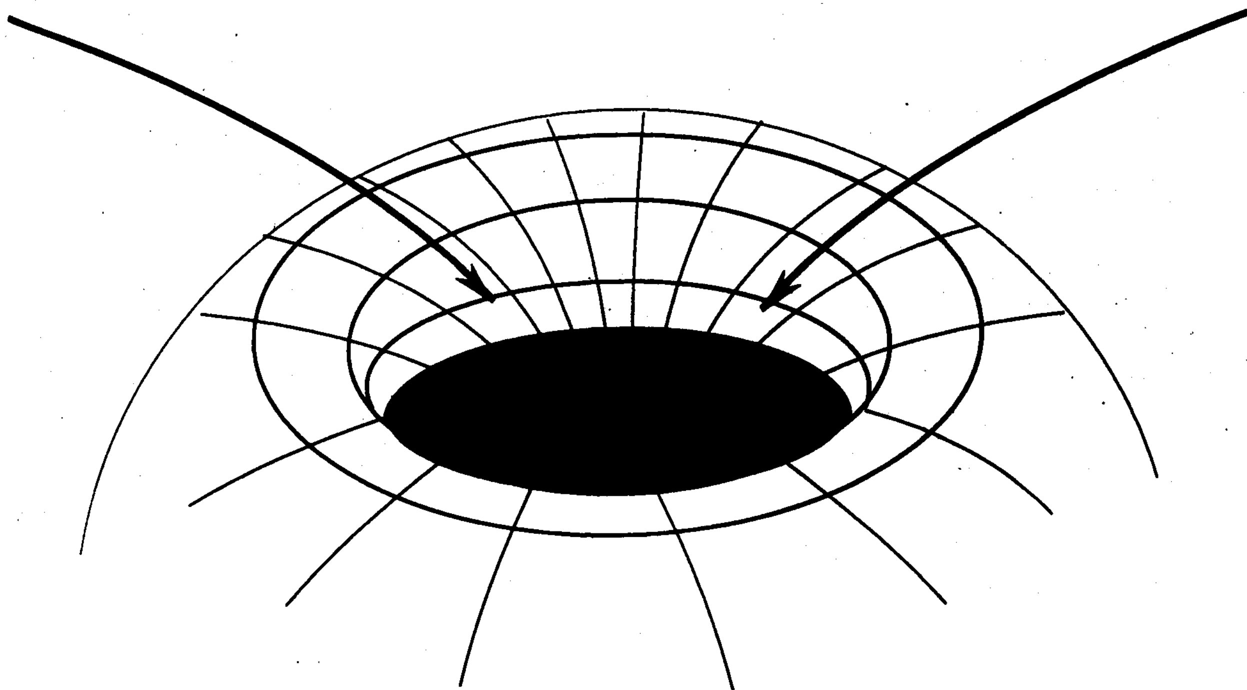
Hình 34

"Lỗ đen" là một thiên thể tiên đoán bởi thuyết tương đối rộng. Thiên thể này không nhìn thấy và không phát xạ nên gọi là lỗ đen. Trường hấp dẫn của lỗ đen lớn vô tận nên thu hút các vật thể kể cả ánh sáng. Các nhà vật lí thiên văn thường hình dung lỗ đen như một cái hang lôi cuốn các vật thể như vào một vực thẳm không đáy. Không - thời gian chung quanh lỗ đen bị uốn cong vì khối lượng của lỗ đen.

Lỗ đen được phát hiện bằng cách quan sát những hiện tượng do chính nó gây ra. Chẳng hạn, nếu một trong hai đồng hành của một hệ thiên thể đôi là một lỗ đen thì nó hút khí quyển của đồng hành kia. Khí cuồn cuộn chung quanh lỗ đen như gió lốc và bị hun nóng tới hàng triệu độ nên phát ra tia X. Vùng trời có tia X có khả năng có lỗ đen ẩn náu ở trong. Trung tâm các thiên hà và quada có khả năng chứa những lỗ đen khổng lồ.







Hình 35

Ảnh thiên hà NGC 4565, loại thiên hà của chúng ta, chụp tại đài thiên văn Hêlơ (Hale, California Institute of Technology). NGC là chữ viết tắt của New General Catalogue, danh mục đại cương mới. Vì vị trí của thiên hà nghiêng hẳn trên vòm trời nên không nhìn thấy những cánh tay xoắn ốc. Mặt phẳng của thiên hà có rất nhiều bụi kẻ thành một vết đen dọc theo mặt phẳng thiên hà. Khí được hun nóng bởi sao trong thiên hà nên phát ra ánh sáng.



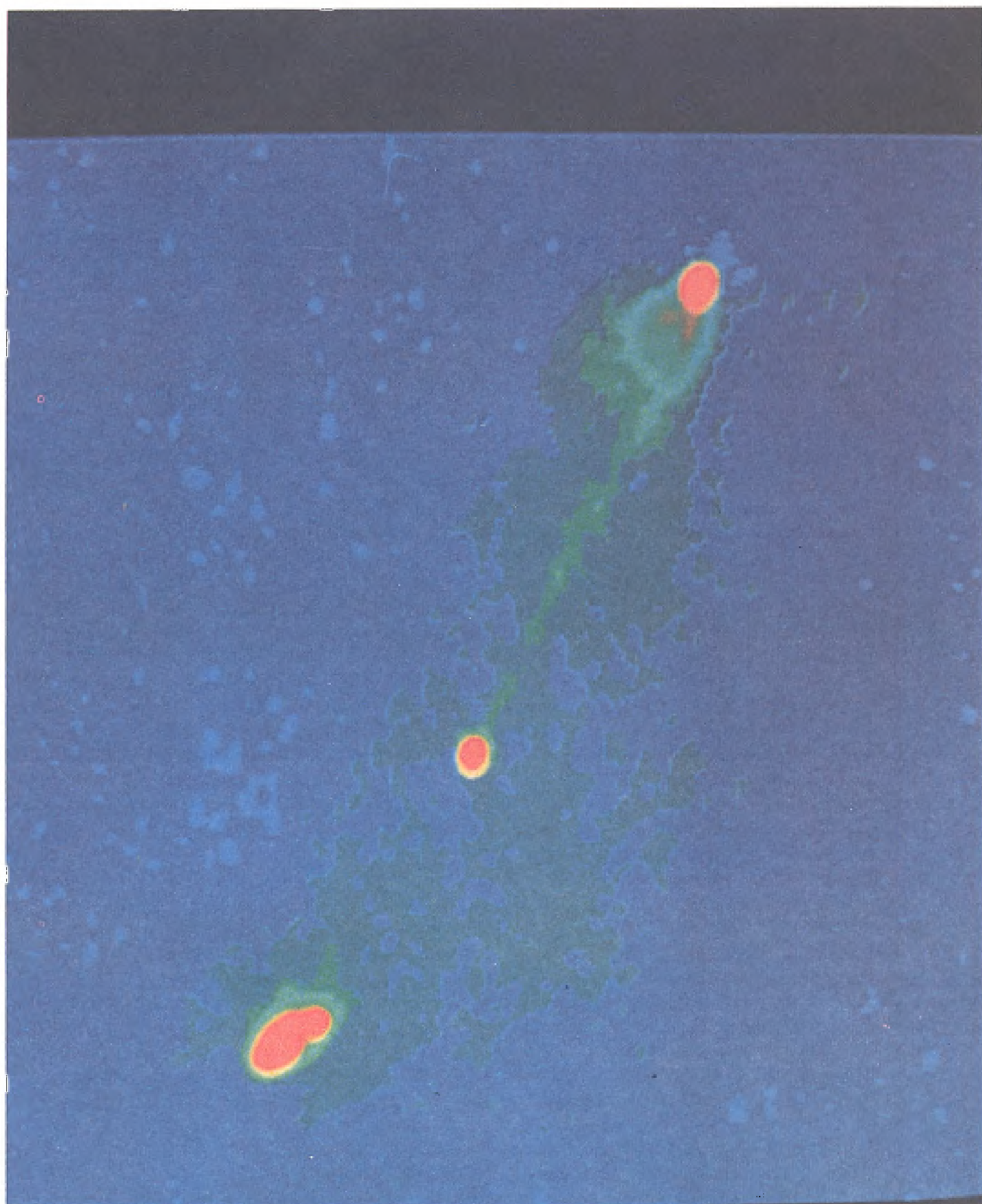
Hình 36

Ảnh Thiên hà của chúng ta trong đó có Mặt trời và Trái đất. Vì ta ở trong Thiên hà nên không nhìn thấy những cánh tay xoắn ốc mà chỉ thấy một vết sáng trên nền trời gọi là "dải Ngân hà". Hệ Mặt trời và Trái đất ở trong một cánh tay xoắn ốc và ở gần rìa Thiên hà (xem cả hình 15). Ảnh tạo ra từ nhiều mảnh ghép lại với nhau tại đài thiên văn Thụy Điển Lunđơ (Lund). Những đường cong là tọa độ ghi trên vòm trời.



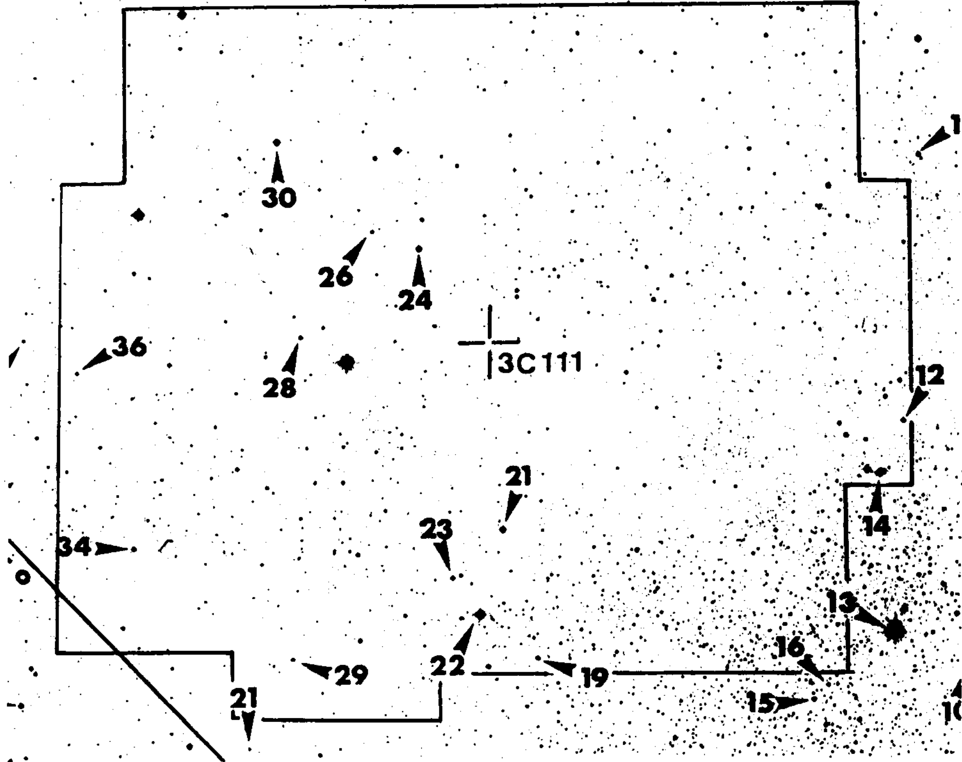
Hình 37

Ảnh (giống hình ngoài bìa) của thiên hà vô tuyến 3C 111 quan sát bởi Nguyễn Quang Riệu và Anđơxơ Vinbec (Anders Winnberg), dùng dãy 27 ăngten VLA (xem mục 20 và 25) của Đài thiên văn vô tuyến quốc gia Mỹ (NRAO) tại Sôcôrô (tiểu bang Niu Mêchxicô).Ảnh biểu thị xạ xincrôtrôn vô tuyến của thiên hà 3C 111 phát trên bước sóng 18 xentimet. Ta "nhìn" thấy bức xạ của thiên hà tập trung ở ba vị trí (màu đỏ). Vị trí giữa là trung tâm thiên hà có khả năng là một lỗ đen chứa "máy" chế ra những hạt, đặc biệt là êlectrôn có năng lượng cao với tốc độ tương tự tốc độ ánh sáng. Những tia êlectrôn phát ra từ trung tâm thiên hà bị bẫy ở hai bên, nơi từ trường và vật chất bị nén và tạo ra hai thùy. Những tia vật chất bắn từ trung tâm ra xa tới 200 nghìn năm ánh sáng. Loại thiên hà vô tuyến như thiên hà 3C 111 là những nguồn phát sóng vô tuyến mạnh nhất trong Vũ trụ. (Xem cả hình 38).



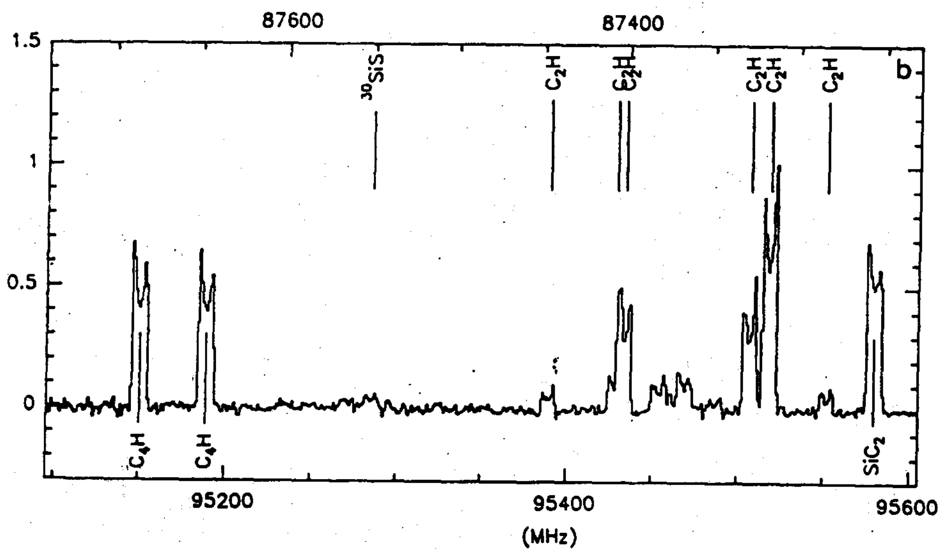
Hình 38

Ảnh chụp bằng viễn kính trên bước sóng khả kiến (nhìn được bằng mắt) của thiên hà 3C 111. Thiên thể chỉ là một điểm nhỏ như một ngôi sao mờ (vị trí có dấu chữ thập). Trong khi ảnh vô tuyến của 3C 111 rất sáng và vĩ đại (xem hình 37).



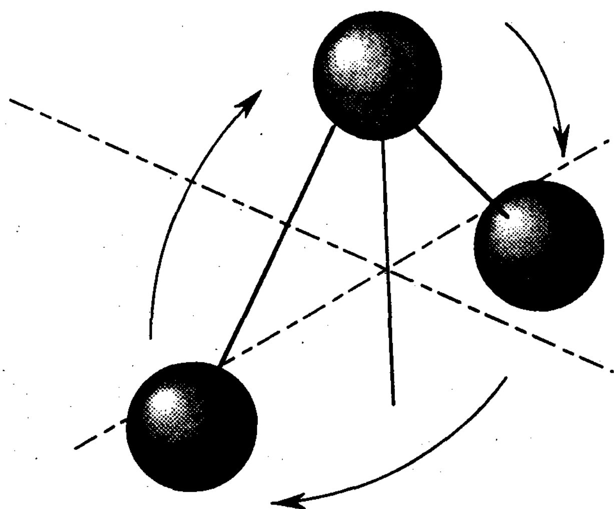
Hình 39

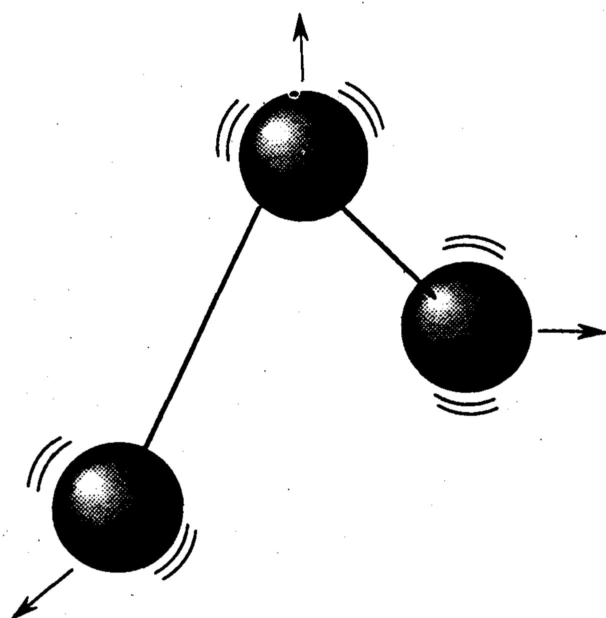
Phổ của vỏ một ngôi sao thu được trên dải sóng từ 95100 megahec tới 95600 megahec vào vô tuyến viễn kính 30 met đường kính của Viện vô tuyến thiên văn Pháp - Đức (IRAM). Trục tung biểu thị cường độ của vạch bức xạ và trục hoành biểu thị tần số của vạch. Mỗi loại phân tử trong vỏ sao phát ra những vạch ở những tần số đặc trưng của phân tử đó. Trong phổ ta xác định được những vạch của phân tử C_4H và C_2H, giống những chất hiđrôcacbon có trong dầu lửa và khí đốt.



Hình 40

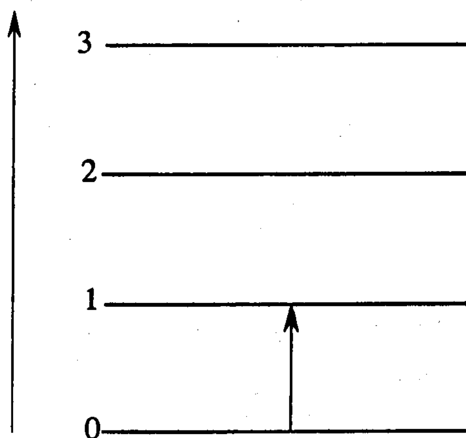
Phân tử gồm có nhiều nguyên tử bám vào nhau. Phân tử nước có 2 nguyên tử hiđrô và 1 nguyên tử ôxi. Phân tử có khả năng quay chung quanh một trục (hình trên) và dao động (rung) như một lò xo (hình dưới).

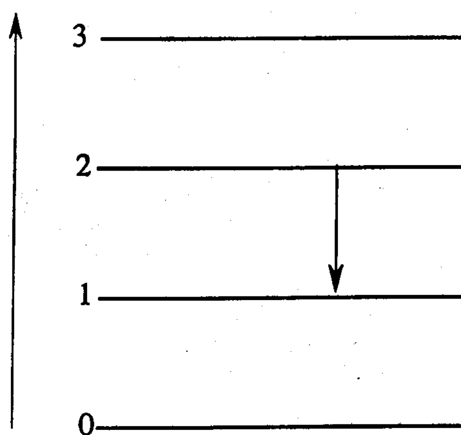




Hình 41

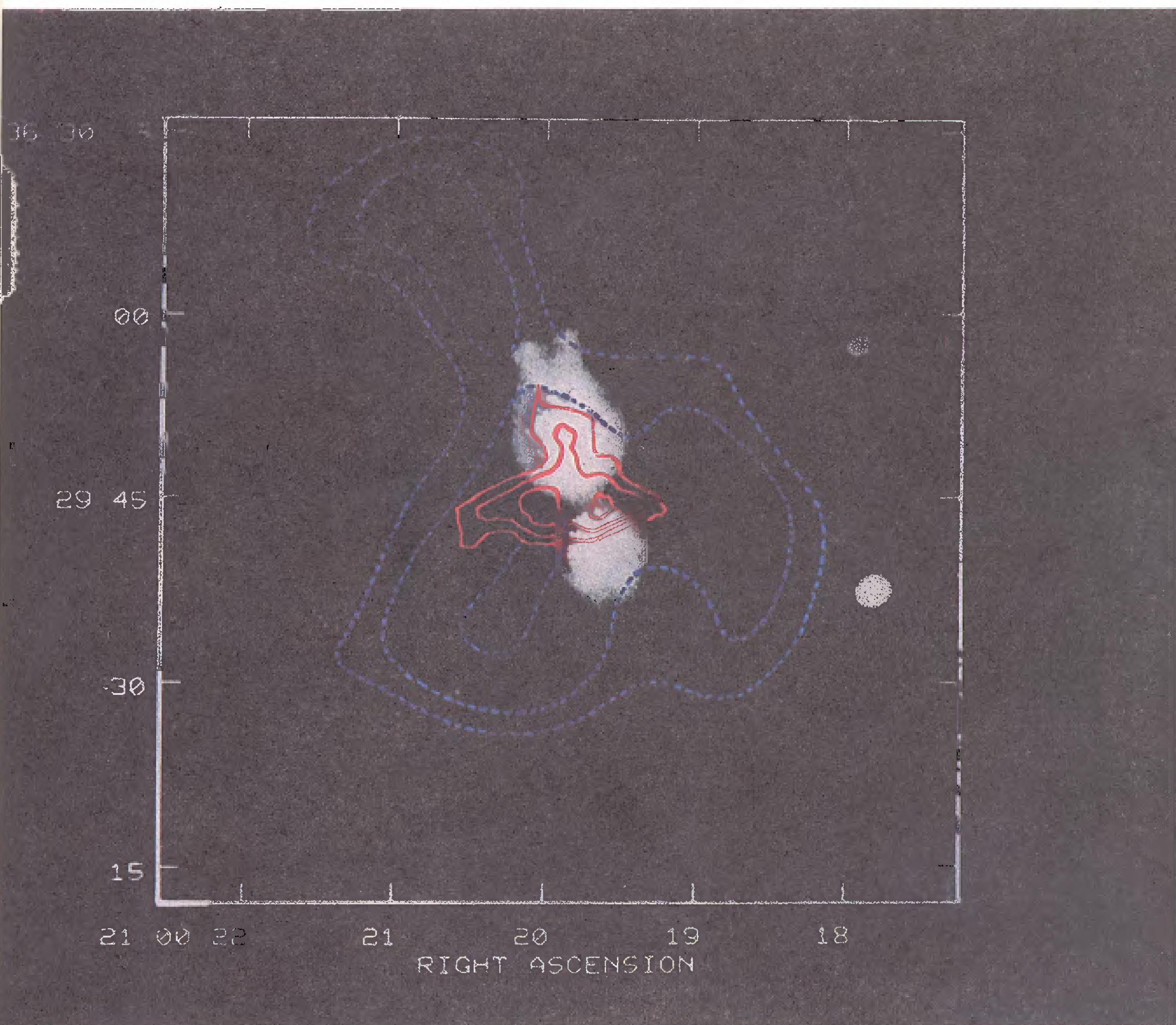
Động tác tự quay và dao động của các phân tử chi phối sự thay đổi năng lượng của chúng. Năng lượng thay đổi không liên tục, nhưng gián đoạn từng mức dường như leo lên hay leo xuống những bậc thang. Khi phân tử hấp thụ sức xạ (phôtôn) thì năng lượng của nó nhẩy từ mức năng lượng thấp (chẳng hạn mức 0) tới mức cao hơn (chẳng hạn mức 1). Ngược lại khi năng lượng giảm, (chẳng hạn từ mức 2 xuống mức 1) thì phân tử phát xạ.





Hình 42

Ảnh tinh vân có dạng "quả trứng sinh đôi". Ở điểm nút tinh vân, giữa "hai quả trứng", có một ngôi sao nhưng không nhìn thấy vì bị che bởi một vành đai bụi. Ngôi sao đã đạt tới giai đoạn cuối cùng trong quá trình tiến triển nên phun ra nhiều vật chất, khí và bụi. Chung quanh sao các nhà thiên văn phát hiện được một vành đai khí phân tử amôniac NH_3 và một vòng cầu khí phân tử HC_7N. Vạch bức xạ amôniac (miêu tả bằng những đường cong màu đỏ) và vạch bức xạ HC_7N (những đường cong màu xanh) phát trên những bước sóng khoảng 1 xentimet và thu bằng dãy ăngten VLA của đài vô tuyến thiên văn NRAO. Những con số là tọa độ trên vòm trời.



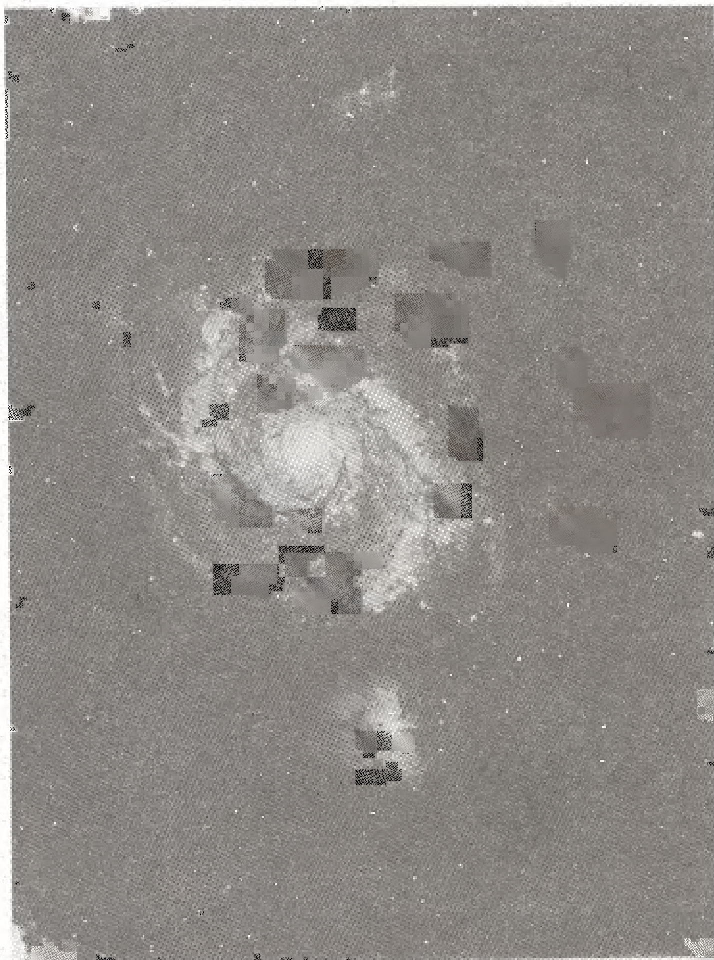
Hình 43

Hình bên trái (a) :

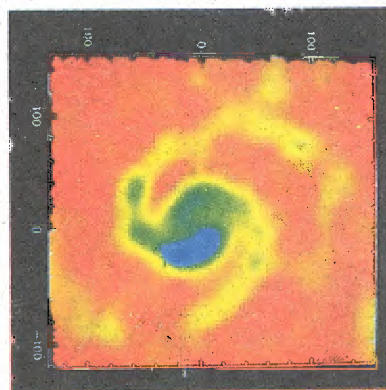
Ảnh thiên hà xoắn ốc Metxiê 51 trong chòm sao "Lạp Khuyển" (Chó săn) chụp tại đài thiên văn Hêlơ (Hale, California Institute of Technology). Thiên hà có dạng một con chó săn có đuôi. Ảnh chụp rõ những cánh tay xoắn ốc trong có khí và nhiều sao. Mỏm đuôi chó là một thiên hà đồng hành di chuyển chung quanh thiên hà Metxiê 51.

Hình bên phải (b) :

Hình miêu tả vạch bức xạ phát trên bước sóng 1 milimet bởi phân tử cacbon ôxit (CO) từ vùng trung tâm thiên hà Metxiê 51. Khí cacbon ôxit (màu vàng và xanh) tập trung trong những cánh tay xoắn ốc nơi có nhiều khí và sao. Bức xạ thu được trong vô tuyến viễn kính 30 met đường kính của viện IRAM.



(a)



(b)

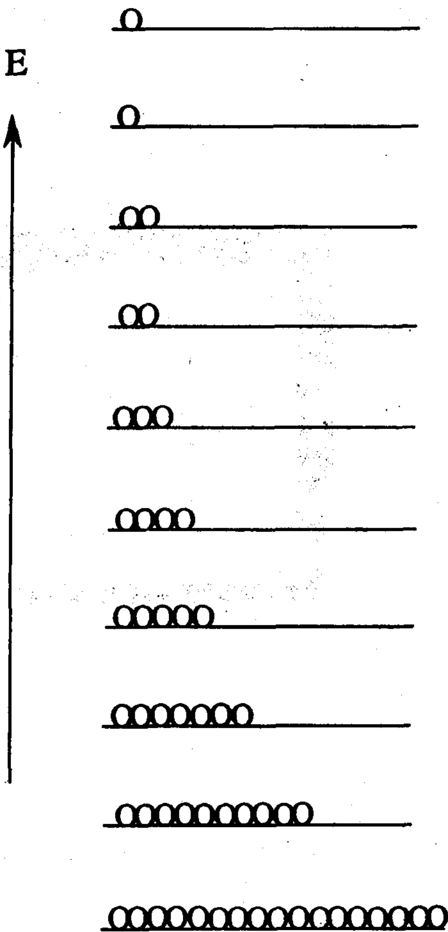
Hình 44

Hình bên trái (a) :

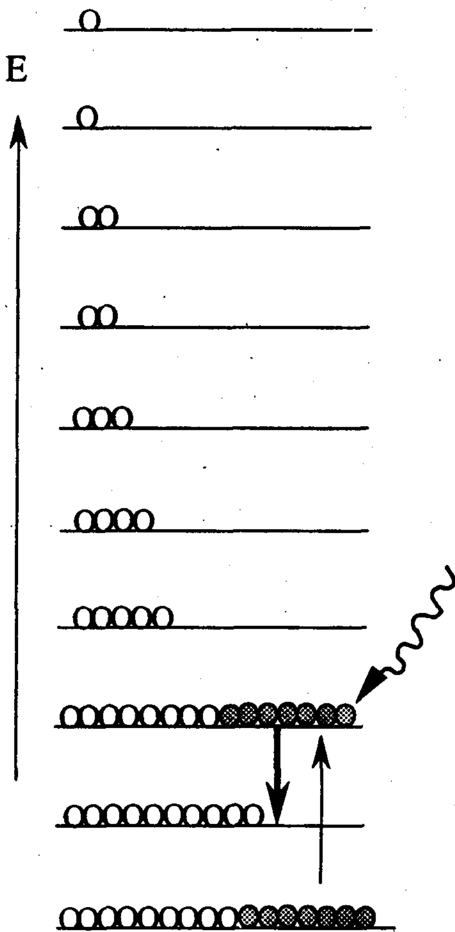
Thông thường thì phân tử (biểu thị bằng những vòng tròn) nằm ở những mức năng lượng thấp. Số phân tử càng thưa thớt khi càng lên những mức năng lượng cao.

Hình bên phải (b) :

Nguyên tắc của hiệu ứng khuếch đại "made" trong một đám khí phân tử là "bơm" những phân tử từ những mức năng lượng thấp (những vòng tròn màu xám) lên những mức năng lượng cao (mũi tên lên). Khi đó nếu có một bức xạ (mũi tên quấn) rọi vào đám khí thì những phân tử vừa được bơm lên đều đổ xô xuống những mức năng lượng dưới và đồng thời phát ra một vạch bức xạ made rất mạnh (mũi tên xuống) đặc trưng của đám khí phân tử. Bức xạ made có thể mạnh bằng hàng tỉ lần bức xạ rọi vào đám mây.



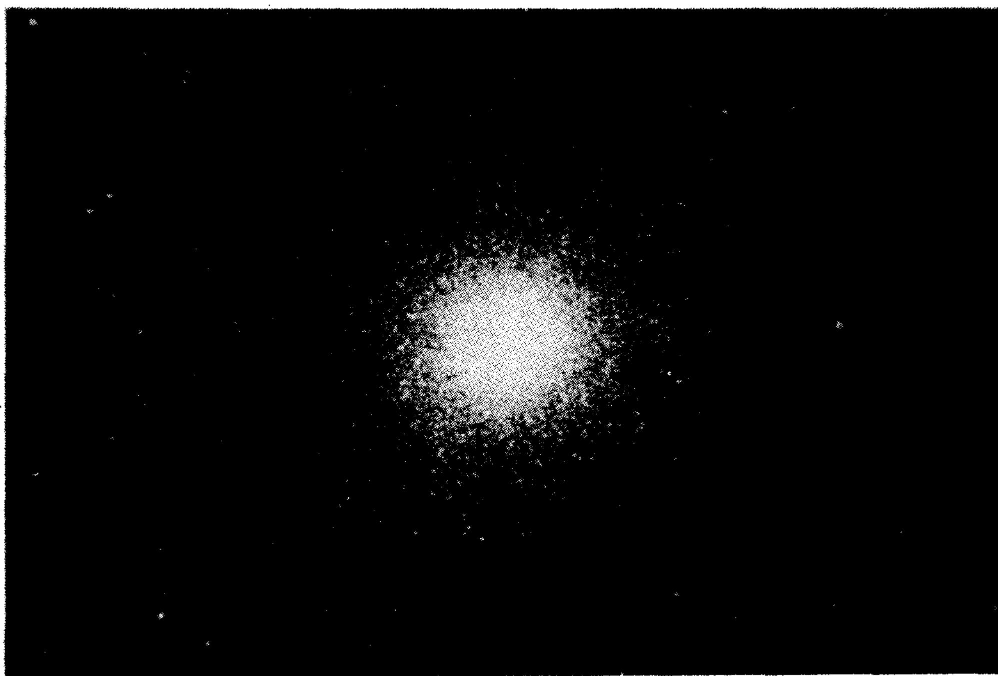
(a)



(b)

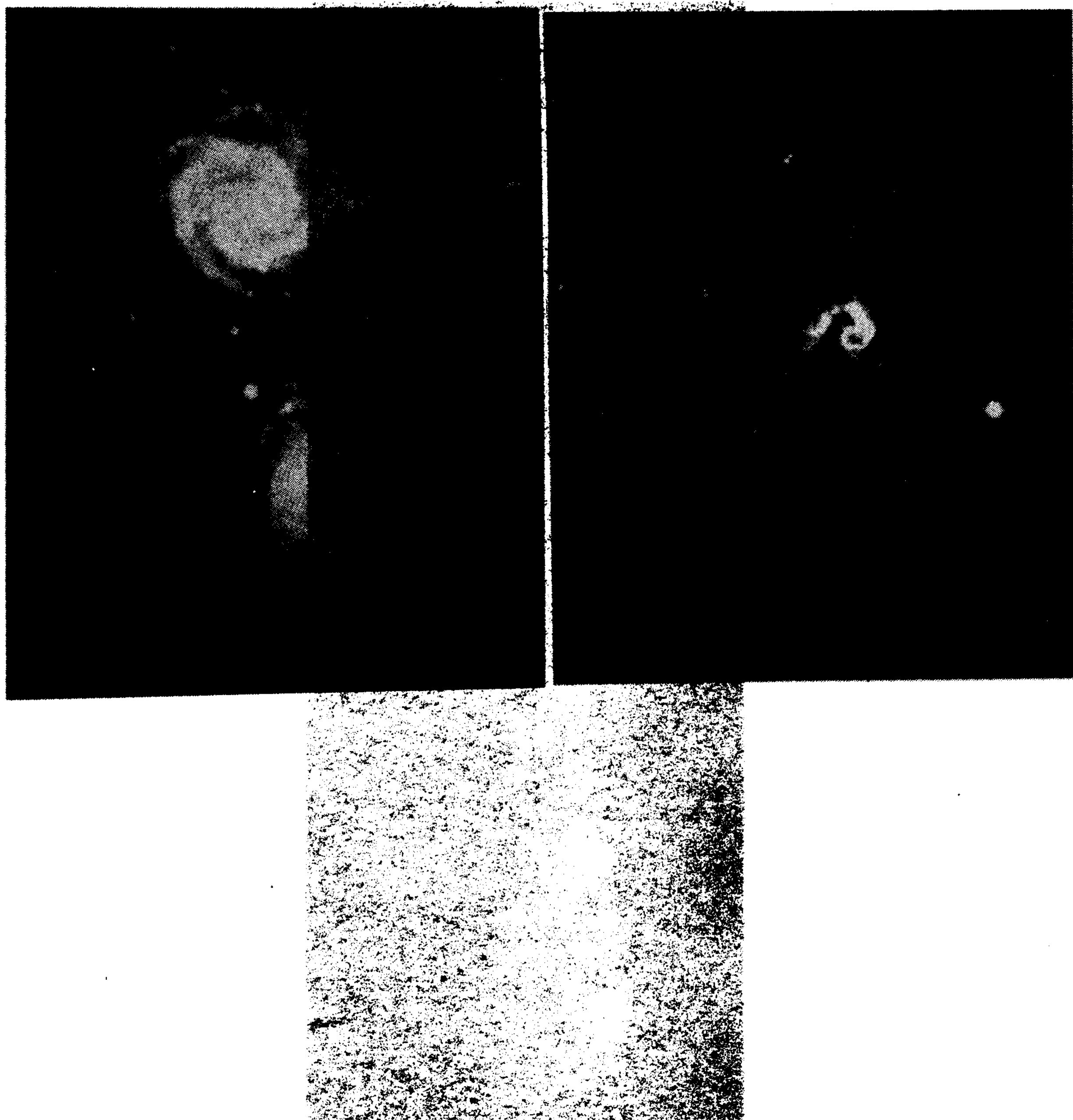
Hình 45

Hàng trăm nghìn sao chen chúc trong tổ sao hình cầu Metxiê 13 trong chòm sao Vũ Tiên cách xa Trái đất 25 nghìn năm ánh sáng. Những sao trong tổ này là loại sao già nên có thể chứa một nền văn minh lâu đời có khả năng kĩ thuật cao ít nhất bằng nền văn minh trên Trái đất hiện nay. Một số nhà thiên văn đã dùng vô tuyến viễn kính 300 met đường kính đặt tại Arêxibô (Puectô Ricô) của đài thiên văn NRAO để phát một thông điệp ghi bằng mã trên bước sóng xentimet về hướng chòm sao. Vì bức xạ vô tuyến chỉ truyền nhanh bằng ánh sáng nên phải đợi 50 nghìn năm nữa mới nhận được trả lời của một nền văn minh (nếu có) ẩn nấp ở nơi nao trong tổ sao, nếu họ trả lời ngay. (Bức xạ gửi đi mất 25 nghìn năm và bức xạ gửi tới mất 25 nghìn năm). Ảnh tổ sao chụp tại đài thiên văn Hêlơ (Hale, California Institute of Technology).



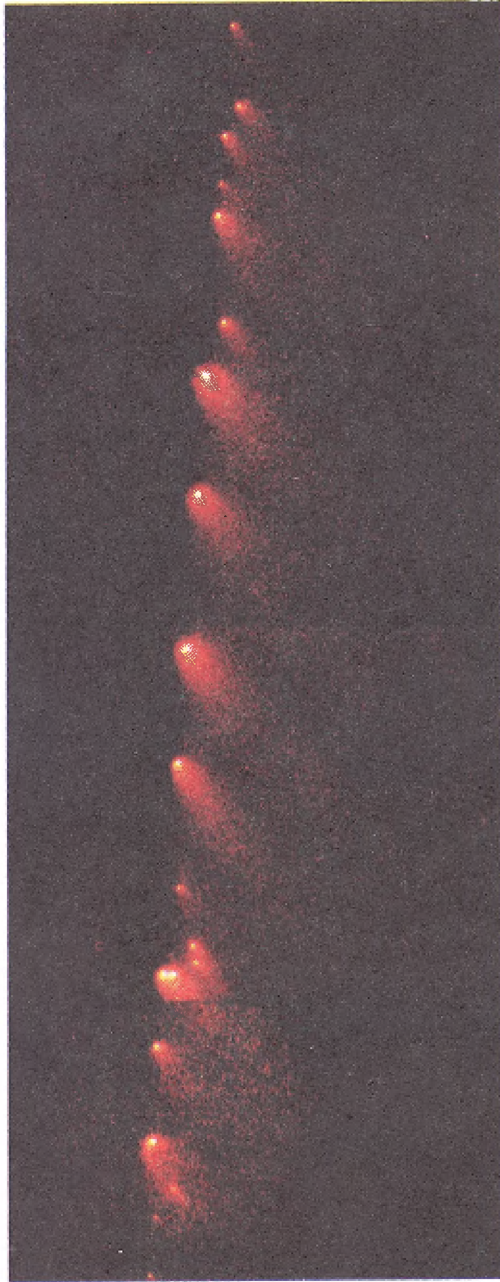
Hình 46

Thiên hà có khả năng va chạm vào nhau. Ảnh bên trái chụp hai thiên hà đang tương tác với nhau. Lực hấp dẫn rút khí của những cánh tay thiên hà. Ảnh bên phải chụp hai thiên hà đâm thẳng vào nhau và nhập thành một. Ảnh trong danh mục thiên hà chụp bởi nhà thiên văn Arp.



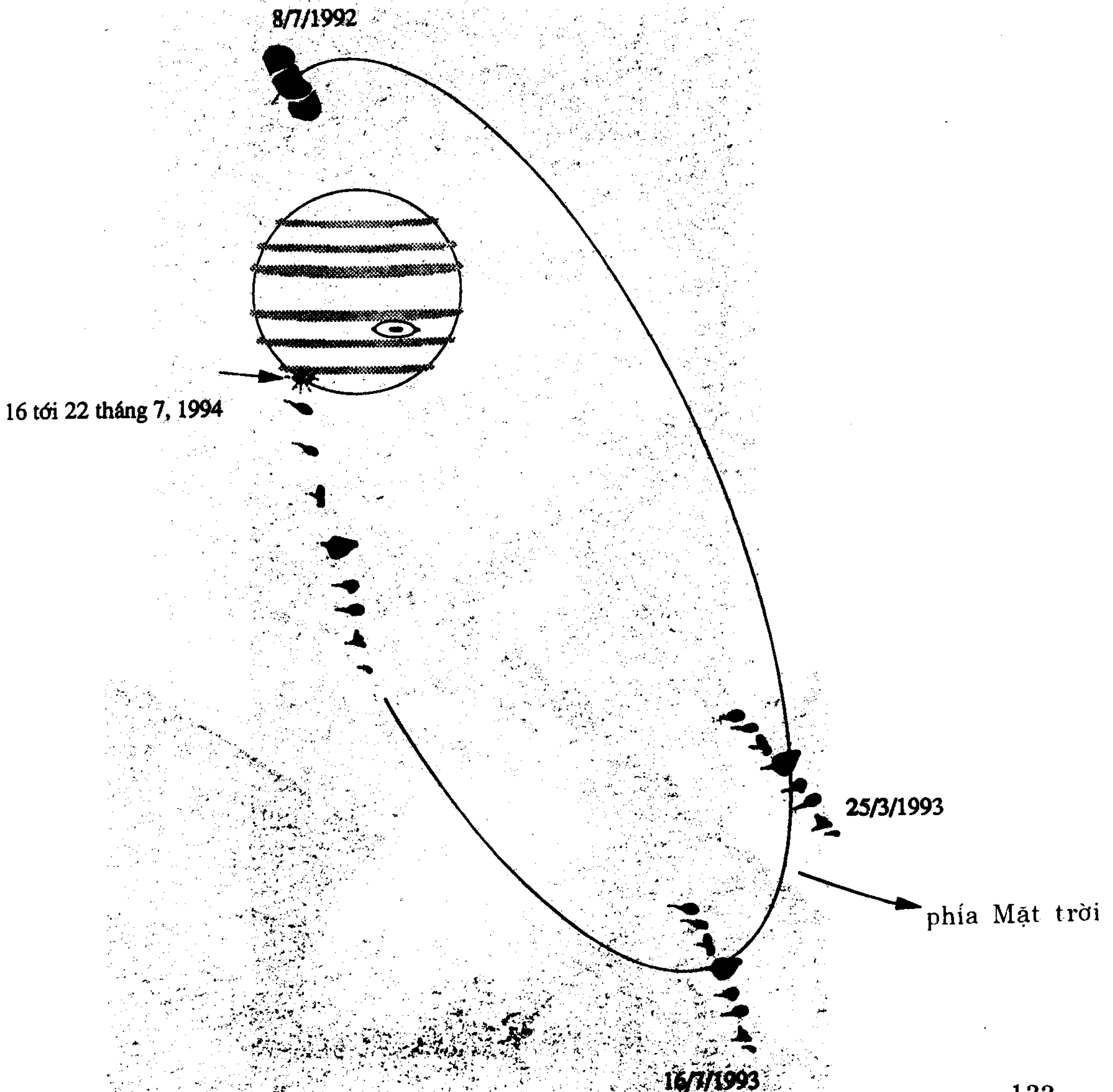
Hình 47

Ảnh sao chổi Sơmêcơ-Levy (Shoemaker-Levy) chụp bằng viễn kính vũ trụ Hơpbơn ngày 17 tháng 5 năm 1994, hai tháng trước khi rơi xuống hành tinh Mộc (H. A. Weaver, T.E. Smith, Space Telescope Science Institute and NASA). Sao chổi quay chung quanh hành tinh Mộc bị trường hấp dẫn của hành tinh làm vỡ ra thành 21 mảnh và hiện trên vòm trời như một chuỗi ngọc trai dài một triệu kilômet. Vì đối tượng quá dài nên các nhà thiên văn phải chụp 6 tấm ảnh ghép lại với nhau. Ảnh chụp khi sao chổi cách xa Trái đất 660 triệu kilômet.



Hình 48

Sao chổi Sơmêcơ–Levy được phát hiện trong tháng 3 năm 1993. Các nhà thiên văn xác định được quỹ đạo của sao chổi và nhận thấy sao quay chung quanh hành tinh Mộc và bị trường hấp dẫn của hành tinh làm vỡ ra thành hơn 20 mảnh. Sao chổi lánh xa hành tinh Mộc cho tới tháng 7 năm 1993 thì quay trở lại và đâm vào hành tinh. Các nhà thiên văn tiên đoán là các mảnh sao sẽ lần lượt rơi xuống hành tinh Mộc trong một tuần, từ ngày 16 tới 22 tháng 7 năm 1994. Ngày giờ và điểm chạm đích được xác định chính xác. Mảnh đầu tiên chạm đích lúc 19 giờ 59 phút (giờ quốc tế Grinuyt, GMT, Greenwich Mean Time) ngày 16 tháng 7 năm 1994. Điểm chạm đích ở rìa phía sau hành tinh Mộc nên không nhìn thấy trực tiếp ngay ở thời điểm chạm đích. Nhưng vì hành tinh Mộc tự quay nhanh với chu kỳ 9 giờ 50 phút (thời gian một vòng tự quay của Trái đất là 23 giờ 56 phút) nên chỉ vài chục phút sau đã quan sát thấy hậu quả của sự tàn phá. Hành tinh Mộc thường được biểu thị bằng những vòng đai và một con mắt. Những vòng đai là vòng khí mêtan và amôniac. Hình vẽ con mắt (chính màu đỏ) gọi là "đốm đỏ", dài 38 nghìn kilômet, là mắt một cơn bão kinh niên tồn tại từ hàng trăm năm nay trên hành tinh Mộc.

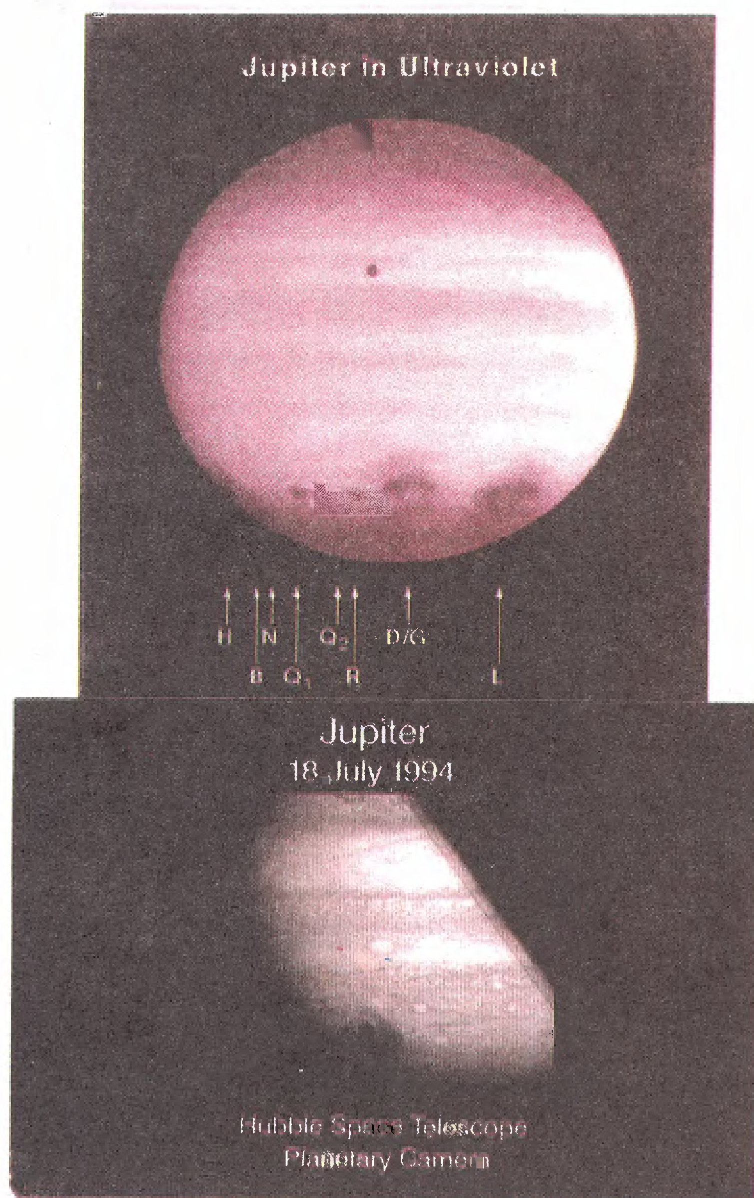


Hình 49

nh trên chụp 9 địa điểm va chạm như những vết thương in trên Nam bán cầu ành tinh Mộc sau khi những mảnh sao chổi Sơmêcơ-Levy rơi xuống hành tinh. nh chụp ngày 21 tháng 7 năm 1994 bởi "Nhóm nhà thiên văn dùng Viễn kính vũ ụ Hơpbơn quan sát sao chổi" (Hubble Space Telescope Comet Team and NASA). iễn kính Hơpbơn đã được phóng ra ngoài khí quyển Trái đất để quan sát các thiên hể trong điều kiện tối ưu. Chấm tròn phía trên trong ảnh là bóng của một vệ tinh ủa hành tinh Mộc, vệ tinh Iô.

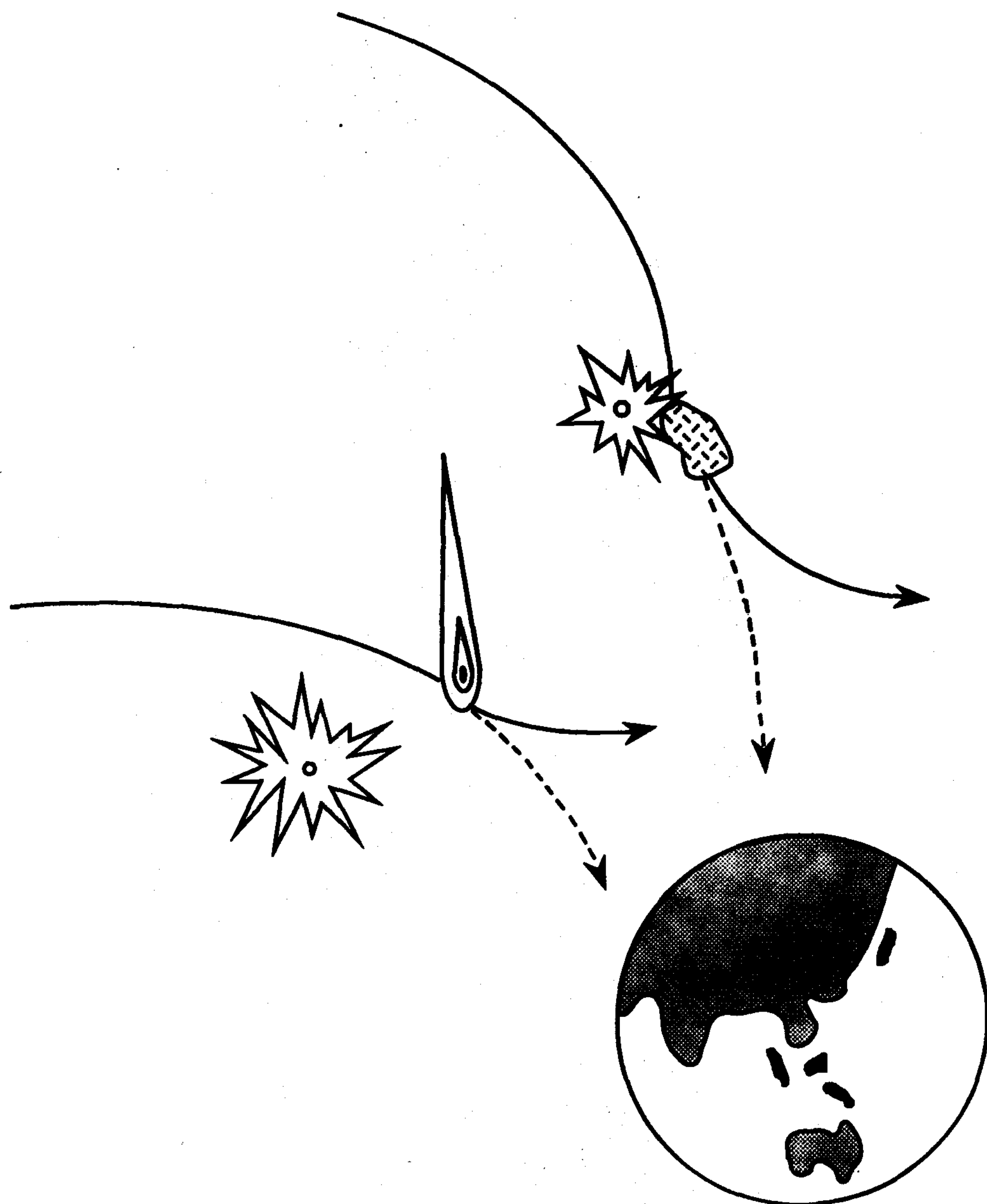
rong ảnh dưới chụp ngày 18 tháng 7 năm 1994 bởi Heidi Hammel (MIT, NASA, ubble Space Telescope), ta nhìn rõ những vòng đai khí trên hành tinh Mộc và hậu uả tàn phá của sự va chạm ở một vị trí ở rìa dưới hành tinh. Những vết thương in ít nhất 200 kilômet và những vết lớn to hàng nghìn kilômet.

hững mảnh sao chổi đâm vào hành tinh Mộc với tốc độ 200 nghìn kilômet một ờ và có năng lượng tàn phá bằng hàng trăm nghìn quả bom khinh khí. Cường độ ức xạ vô tuyến của hành tinh cũng đột ngột tăng lên.



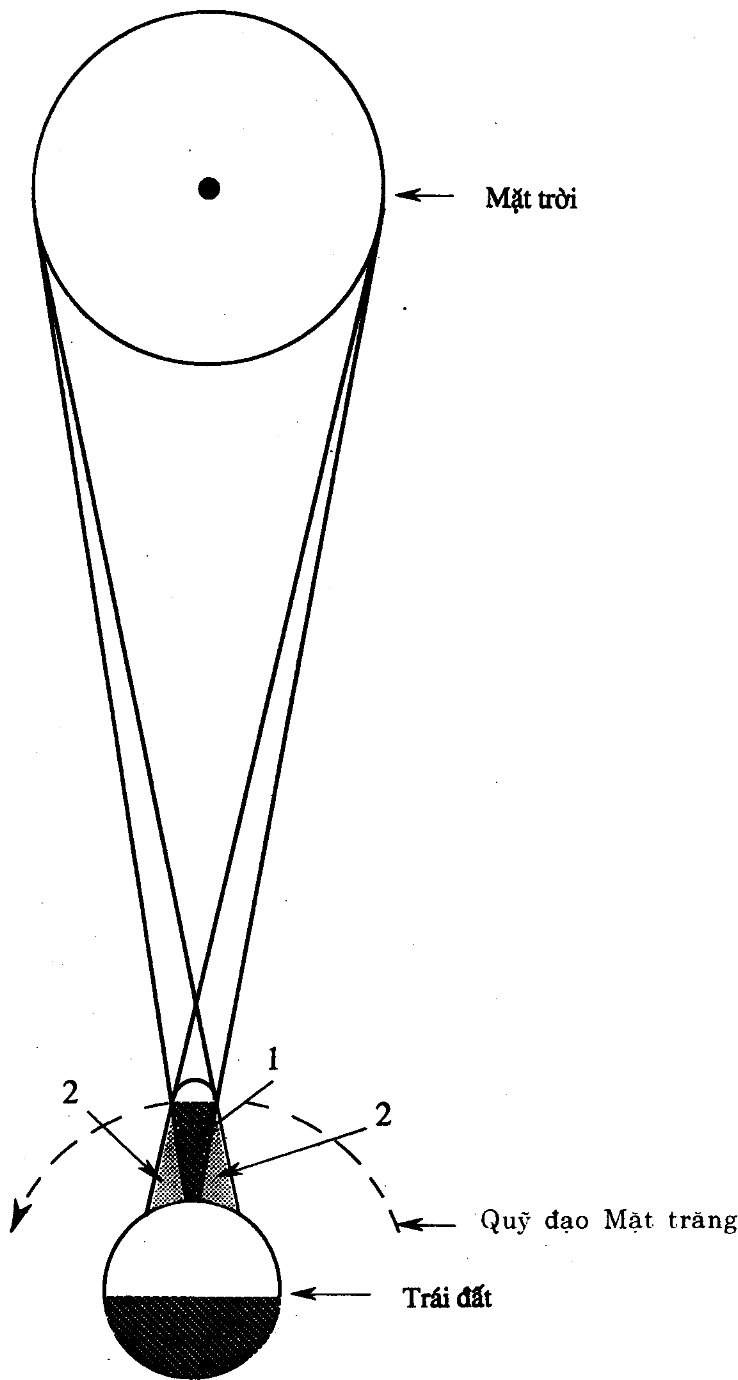
Hình 50

Sự va chạm giữa Trái đất và những thiên thạch là một hiện tượng bình thường. Hàng năm có những thiên thạch cỡ nhỏ bị bốc cháy trong khí quyển Trái đất và đa số không đạt tới Trái đất. Hiện tượng "sao băng" (sao đổi ngôi) là do những thiên thạch nhỏ băng qua khí quyển Trái đất tự hủy và bốc sáng. Cũng có một số thiên thạch rơi xuống Trái đất. Sự kiện những thiên thạch tương tự như những mảnh sao chổi rơi xuống hành tinh Mộc rất hiếm, hàng triệu năm mới có một lần. Những thiên thạch cỡ mười met tới một trăm met tương đối có nhiều khả năng đạt tới gần mặt đất. Nếu một thiên thạch tiến thẳng tới hướng Trái đất, các nhà khoa học đề nghị những biện pháp như phóng bom khinh khí để phá hoặc đẩy thiên thạch làm chệch quỹ đạo của nó. Tuy nhiên, những vụ thiên thạch rơi vào Trái đất và có khả năng gây ra tai họa cũng hiếm, hàng nghìn năm mới có một lần.



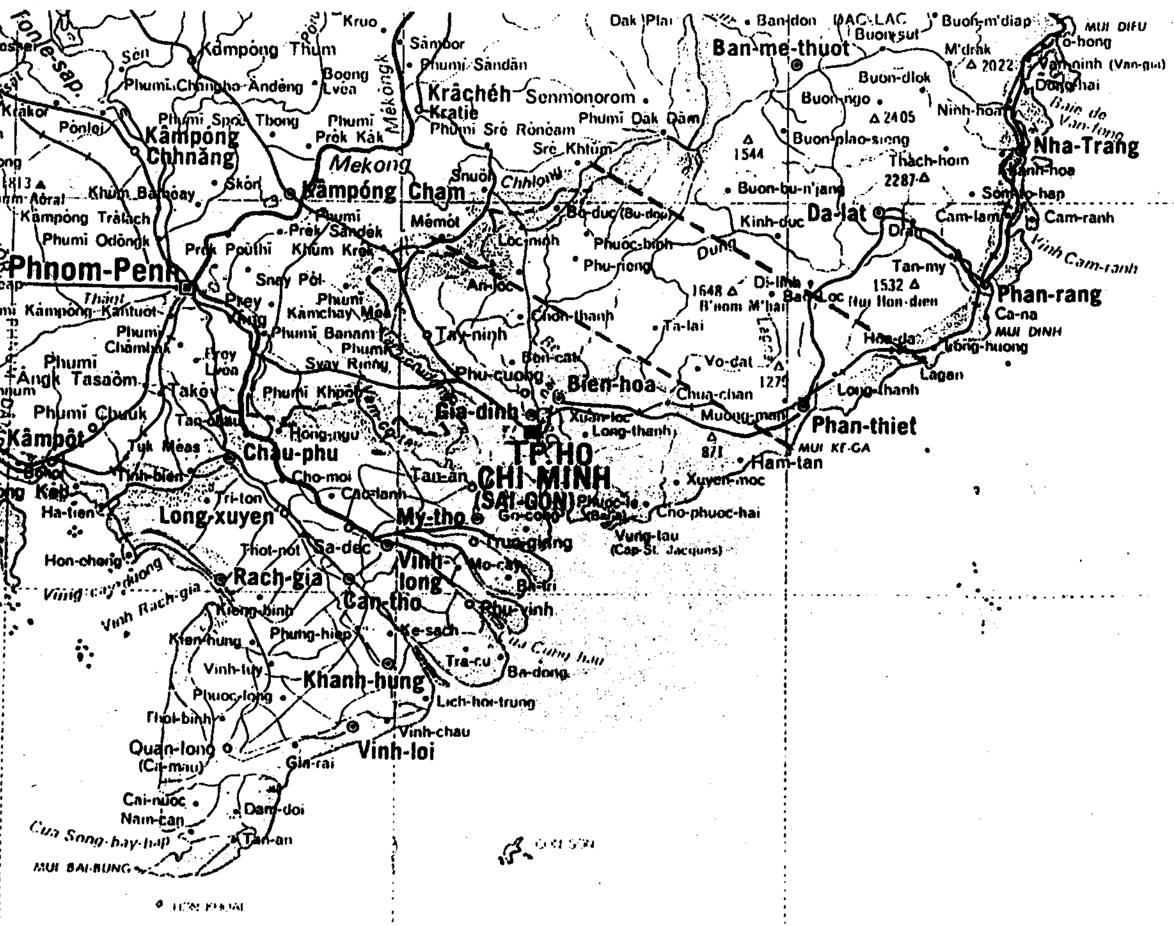
Hình 51

Sơ đồ giải thích nguyên tắc nhật thực. Trên quỹ đạo chung quanh Trái đất, Mặt trăng chen vào giữa Mặt trời và Trái đất. Lúc đó Mặt trời chiếu bóng Mặt trăng lên mặt Trái đất tạo ra một vùng bóng tối (vùng 1). Những địa phương trong vùng 1 có nhật thực toàn phần vì ở đó đĩa Mặt trời bị che toàn bộ bởi Mặt trăng. Ở những địa phương trong bóng mờ (vùng 2) có nhật thực một phần, vì chỉ một phần đĩa Mặt trời bị che.



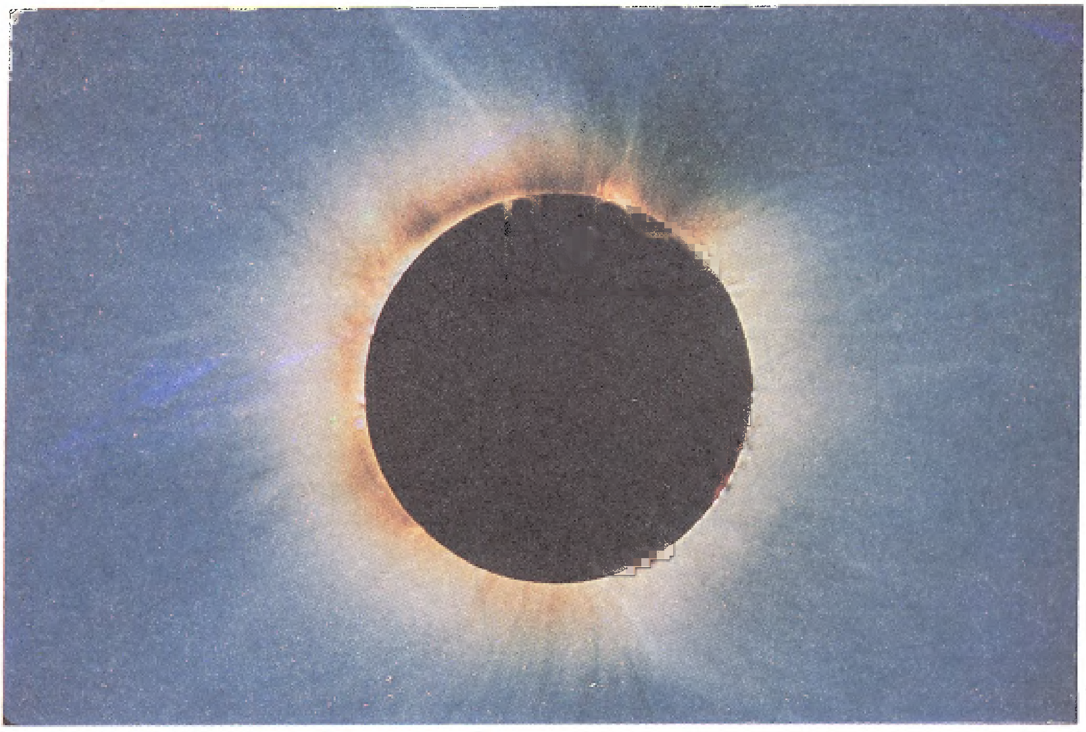
Hình 52

Những địa phương trên dải đất rộng khoảng 78 kilômet (giữa hai đường chấm) từ Phan Thiết tới Lộc Ninh là nơi có nhật thực toàn phần ngày 24 tháng 10 năm 1995. Tại những địa phương khác ở miền nam Việt Nam, đĩa Mặt trời bị Mặt trăng che tới 98 phần trăm. Tại thủ đô Hà Nội, Mặt trời chỉ bị che tới 78 phần trăm.



Hình 53

Ảnh nhật thực toàn phần chụp ngày 31 tháng 7 năm 1981 tại Cadacxtan (Kazakhstan) bởi nhà thiên văn Koutchmy. Mặt trời bị che (màu đen) để lộ ra vành nhật hoa rộng hàng triệu kilômet bao quanh đĩa Mặt trời. Vành nhật hoa chỉ sáng bằng trăng rầm.



MỤC LỤC

Trang

VŨ TRỤ PHÒNG THÍ NGHIỆM THIÊN NHIÊN VĨ ĐẠI
In 4.000 bản
Số đăng ký : 628 / CXB - 02
Khổ 19 x 27cm
In và đóng xén tại
Nhà máy in Trần Phú
71 - 75 Hai Bà Trưng, Q.1
TP. Hồ Chí Minh
In xong và nộp lưu chiểu
tháng 1 năm 1995

GIÁ : 22.000 đồng